

**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS
CURSO DE ESTADO MAIOR CONJUNTO**

2017/2018



TRABALHO DE INVESTIGAÇÃO INDIVIDUAL

**EMPREGO DE MEIOS TECNOLÓGICOS NA VIGILÂNCIA
FLORESTAL EM PORTUGAL**

**O TEXTO CORRESPONDE A TRABALHO FEITO DURANTE A
FREQUÊNCIA DO CURSO NO IUM SENDO DA RESPONSABILIDADE DO
SEU AUTOR, NÃO CONSTITUINDO ASSIM DOCTRINA OFICIAL DAS
FORÇAS ARMADAS PORTUGUESAS OU DA GUARDA NACIONAL
REPUBLICANA.**

**Ricardo Alexandre Vaz Alves
MAJOR GNR INF**



**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS**

**EMPREGO DE MEIOS TECNOLÓGICOS NA
VIGILÂNCIA FLORESTAL EM PORTUGAL**

MAJ GNR INF Ricardo Alexandre Vaz Alves

Trabalho de Investigação Individual do CEMC

Pedrouços 2018



**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS**

**EMPREGO DE MEIOS TECNOLÓGICOS NA
VIGILÂNCIA FLORESTAL EM PORTUGAL**

MAJ GNR INF Ricardo Alexandre Vaz Alves

Trabalho de Investigação Individual do CEMC

Orientador: CFR FZ José António Duarte Mendes

Pedrouços 2018



Declaração de compromisso Antiplágio

Eu, **Ricardo Alexandre Vaz Alves**, declaro por minha honra que o documento intitulado **Emprego de meios tecnológicos na vigilância florestal em Portugal** corresponde ao resultado da investigação por mim desenvolvida enquanto auditor do **Curso de Estado-Maior Conjunto 2017/2018** no Instituto Universitário Militar e que é um trabalho original, em que todos os contributos estão corretamente identificados em citações e nas respetivas referências bibliográficas.

Tenho consciência que a utilização de elementos alheios não identificados constitui grave falta ética, moral, legal e disciplinar.

Pedrouços, **07 de maio de 2018**

Ricardo Alexandre Vaz Alves



Agradecimentos

Este Trabalho de Investigação é o culminar de um longo período de dedicação e esforço em que obtive a colaboração de diversas pessoas que em diversos domínios foram fundamentais ao longo deste percurso. A todas elas presto um sincero reconhecimento pela preciosa ajuda que me facultaram

Em primeiro lugar deixo o meu tributo incondicional a quem mais amo, os meus filhos Catarina e Gonçalo e à minha esposa Patrícia, pela tolerância e paciência que manifestaram perante o tempo que lhes foi retirado e pelo suporte moral que sempre me transmitiram.

Aos meus camaradas de curso expresse igualmente a minha gratidão pelo apoio que faseadamente me foram facultando.

Ao meu orientador CFR José António Duarte Mendes agradeço a disponibilidade para me auxiliar no desenvolvimento desta Investigação.

Aos entrevistados Eng.º Tiago Martins de Oliveira, Eng.º Luís Silva, Eng.º Francisco Castro Rego, Eng.º Rui Almeida, Eng.º Jorge Gomes, Eng.º Pedro Petiz e MGen Rui Moura agradeço os doutos conhecimentos que me transmitiram acerca da temática em estudo. Para além dos mencionados gostaria de conferir um especial reconhecimento ao TGen Luís Francisco Botelho Miguel, 2.º Comandante Geral da GNR pelo diálogo mantido que me auxiliou a consolidar os desígnios desta investigação e a metodologia seguida.

Aos maiores André Serra, Luís Barreto e António Ferreira, agradeço o pragmatismo e lucidez no auxílio prestado na vertente metodológica, fundamental para a solidificação deste Trabalho.

Por último agradeço aos meus pais por tudo o que me ensinaram ao longo da vida.

A todos, bem hajam.



Índice

Introdução	1
1. Enquadramento Metodológico e Concetual.....	5
1.1. Abordagem Metodológica	5
1.2. Enquadramento Concetual	6
2. Os Incêndios Florestais	9
2.1. A Floresta Portuguesa.....	9
2.2. Elementos Estatísticos relativos aos Incêndios Florestais	10
2.3. A Vigilância Florestal	13
2.4. A Rede Nacional de Postos de Vigia	14
2.5. Fontes de alerta de ocorrências	18
2.5.1. Distritos com sistema de videovigilância instalado	19
2.5.2. Distritos sem sistema de videovigilância instalado	20
2.6. A Vigilância de Incêndios Florestais em Espanha	21
2.7. Síntese Conclusiva.....	22
3. Sistemas de Videovigilância utilizados em Portugal	24
3.1. Sistema CICLOPE	28
3.2. Sistema Forest Fire Finder	31
3.3. Sistema Forest Fire Watch.....	33
3.4. Síntese Conclusiva.....	35
4. Vigilância com recurso a meios aéreos.....	36
4.1. Utilização de aeronaves pilotadas convencionalmente.....	36
4.2. Utilização de aeronaves pilotadas remotamente	37
4.2.1. Generalidades	37
4.2.2. Principais caraterísticas a assegurar	39
4.2.3. Propostas de RPAS para vigilância florestal	40
4.2.3.1. AR3 NET RAY da TEKEVER	40
4.2.3.2. PENGUIN C da UAV FACTORY	41
4.2.3.3. RAYBIRD-3 da SKYETON	42
4.2.3.4. STREAM C da THREOD SYSTEMS	43
4.2.3.5. AEROSONDE da TEXTRON SYSTEMS	43



4.2.3.6. SCANEAGLE da INSITU	44
4.2.3.7. SKYLARK 3 da ELBIT SYSTEMS	45
4.2.3.8. WANDERB da BLUEBIRD AERO SYSTEMS	45
4.3. Síntese Conclusiva.....	46
5. Apresentação e Análise de Resultados das entrevistas	48
5.1. Seleção dos entrevistados	48
5.2. Análise dos resultados	49
Conclusões.....	53
Bibliografia.....	60

Índice de Anexos

Anexo A — Localização dos Postos que compõem a RNPV	Anx A-1
Anexo B — Arquitetura geral do Sistema	Anx B-1
Anexo C — <i>Remotely Piloted Aircraft Systems</i>	Anx C-1

Índice de Apêndices

Apêndice A — Modelo de Análise	Apd A-1
Apêndice B — Comparação dos Sistemas de Videovigilância analisados.....	Apd B-1
Apêndice C — Comparação dos Sistemas RPAS analisados	Apd C-1
Apêndice D — Guião da Entrevista	Apd D-1
Apêndice E — Segmentos da Entrevista	Apd E-1
Apêndice F — Respostas por entrevistado e segmento de resposta	Apd F-1
Apêndice G — Potencialidades e Fragilidades dos Meios de Vigilância	Apd G-1
Apêndice H — Quadro Comparativo entre RNPV, SV e RPAS	Apd H-1

Índice de Figuras

Figura 1 - Distribuição do uso do solo em Portugal Continental em 2010	9
Figura 2 - Distribuição das áreas totais por espécie em Portugal Continental em 2010	10
Figura 3 - Área ardida em ha.....	10
Figura 4 - Número de Incêndios Florestais	10
Figura 5 - Evolução da área ardida em Portugal Continental entre 2006 e 2016	11
Figura 6 - Sazonalidade das ocorrências entre 2005 e 2014.....	12
Figura 7 - Evolução horária do número de ocorrências.....	12



Figura 8 - Percentagem de primeiros alertas por fonte.....	14
Figura 9 - Tipologia dos Postos de Vigia existentes	15
Figura 10 - Número de alertas emanados por Postos de Vigia.....	16
Figura 11 - Representação da visualização de uma coluna de fumo	17
Figura 12 - Carta síntese de cobertura garantida pela RNPV	17
Figura 13 - Fontes de alerta durante os meses de julho, agosto e setembro.....	18
Figura 14 - Fontes de alerta durante os meses de julho, agosto e setembro em Leiria	19
Figura 15 - Fontes de alerta durante os meses de julho, agosto e setembro em Castelo Branco	19
Figura 16 - Fontes de alerta durante os meses de julho, agosto e setembro em Viseu.....	20
Figura 17 - Fontes de alerta durante os meses de julho, agosto e setembro em Vila Real..	20
Figura 18 - Aeronave destinada a vigilância florestal na Andaluzia.....	22
Figura 19 - Localização dos 161 pontos equacionados para assegurar o sistema nacional de videovigilância.....	27
Figura 20 - Área coberta pelo sistema CICLOPE	29
Figura 21 - Exemplo das TVAD e CGC em funcionamento.....	29
Figura 22 - Aplicação de interface com o utilizador	30
Figura 23 - Módulo do equipamento instalado e detetor do sistema F3	31
Figura 24 - Exemplificação do funcionamento do sistema de deteção de fumo	32
Figura 25 - Modo de funcionamento do sistema <i>Fire Watch</i>	33
Figura 26 - Área coberta pelo sistema Forest Fire Watch em Sintra.....	34
Figura 27 - Mecanismo de funcionamento do sistema <i>Fire Watch</i>	34
Figura 28 - Ignição detetada pela Aeronave C-295M	37
Figura 29 - Componentes que compõem o RPAS	38
Figura 30 - Testes de utilização de RPAS no Gerês.....	39
Figura 31 - AR3 NET RAY.....	41
Figura 32 - Penguin C UAS.....	42
Figura 33 - RayBird-3 UAS	42
Figura 34 - STREAM C UAS	43
Figura 35 - Aerosonde UAS	43
Figura 36 - ScanEagle.....	44
Figura 37 - Elbit Systems Skylark-3 light UAS	45
Figura 38 - WanderB e lançador.....	46



Figura 39 - Proposta de distribuição dos sistemas RPAS.....	57
Figura 40- Esquema de empenhamento de meios de vigilância florestal.....	58

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Objetivos específicos	3
Tabela 2 – Questões derivadas	3
Tabela 3 - Distribuição anual do número de ocorrências e área ardida entre 2006 e 2016. 11	
Tabela 4 - Tipos de vigilância	13
Tabela 5 - Cobertura percentual entre a RNPV e a solução de um sistema nacional de videovigilância proposto	28
Tabela 6 - Potencialidades e limitações da utilização de RPAS na vigilância de IF.....	47
Tabela 7 - Painel de Entrevistados	48
Tabela 8 – Resultados Questão 1.....	49
Tabela 9 - Resultados Questão 2	49
Tabela 10 - Resultados Questão 3	50
Tabela 11 - Resultados Questão 4	50
Tabela 12 - Resultados Questão 5	51
Tabela 13 - Resultados Questão 6	51
Tabela 14 - Classificação dos RPAS	Anx C-1
Tabela 15 – Modelo de Análise.....	Apd A-1
Tabela 16 - Comparação dos Sistemas de Videovigilância utilizados em Portugal..	Apd B-1
Tabela 17 - Comparação dos Sistemas RPAS analisados	Apd C-1



Resumo

Decorrente dos trágicos episódios de 2017, exige-se que a política adotada, baseada no combate de incêndios, altere o seu paradigma e atue na fase que antecede a ignição, essencialmente na prevenção.

A presente investigação tem como objetivo avaliar de que modo o emprego de meios tecnológicos pode contribuir para a redução de ocorrências e para deteção de Incêndios Florestais em Portugal.

Desta forma, estabeleceram-se os objetivos de descrever o contributo dos meios de vigilância na deteção de ignições, analisar os Sistemas de Videovigilância utilizados em Portugal e analisar a exequibilidade da adoção de *Remotely Piloted Aircraft Systems* para vigilância florestal.

Assim, procedemos a uma rigorosa metodologia baseada na análise bibliográfica e documental e ainda à realização de diversas entrevistas a peritos e académicos dos domínios político e estratégico que permitiu aprofundar e consolidar a análise ao problema.

O estudo permitiu concluir que os Sistemas de Videovigilância apresentam baixo grau de fiabilidade e detetam poucas ignições quando comparados com outras fontes.

Recomenda-se que os aparelhos aéreos não tripulados sejam empenhados durante um período e horário específicos em que ocorrem mais ignições. Deve existir uma integração harmonizada de meios de vigilância que englobe meios convencionais e tecnológicos seguindo uma disposição.

Palavras-chave

Vigilância Florestal, Deteção, Incêndios Florestais, Sistemas de Videovigilância, *Remotely Piloted Aircraft Systems*.



Abstract

Due to the tragic episodes of 2017, it is required that the adopted policy based on firefighting, changes its paradigm and act in the pre-ignition phase, essentially in prevention.

The objective of the research is to evaluate how the use of technological means of forest monitoring can contribute to the reduction of occurrences and detection of forest fires in Portugal.

In this way, the objectives of describing the contribution of the means of surveillance in the detection of ignitions, analyzing the Video Surveillance Systems used in Portugal and analyzing the feasibility of the adoption of Remotely Piloted Aircraft Systems for forest surveillance were established.

Thus, we proceeded to a rigorous methodology based on the bibliographical and documentary analysis and also to the accomplishment of several interviews to experts and academics of the political and strategic level that allowed to deepen and to consolidate the analysis to the problem.

The study allowed to conclude that the Video Surveillance Systems have a low degree of reliability and detect few ignitions when compared with other sources.

It is recommended that unmanned aerial systems be deployed for a specific period and at a time when more ignitions are likely to occur and there should be a harmonized integration of means of surveillance encompassing conventional and technological means following a specific arrangement.

Keywords

Forest Surveillance, Detection, Forest Fires, Video Surveillance Systems, Remotely Piloted Aircraft Systems.



Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

A

ADISA	Associação para o Desenvolvimento do Instituto Superior de Agronomia
ANAC	Autoridade Nacional da Aviação Civil
ANPC	Autoridade Nacional de Proteção Civil
AR	Assembleia da República

C

CDOS	Comandos Distritais de Operações de Socorro
CGC	Centro de Gestão e Controlo
CIM	Comunidades Intermunicipais
COTEC	Associação Empresarial para a Inovação
CTI	Comissão Técnica Independente

D

DECIF	Dispositivo Especial de Combate a Incêndios Florestais
-------	--

E

EO	Eletro-ótico
----	--------------

F

FAP	Força Aérea Portuguesa
F3	<i>Forest Fire Finder</i>

G

GCS	<i>Ground Control Station</i>
GNR	Guarda Nacional Republicana

H

HTOL	<i>Horizontal take-off and landing</i>
------	--

I

ICAO	<i>International Civil Aviation Organization</i>
ICNF	Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas
IF	Incêndios Florestais
INESC	Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores
INOV	Instituto de Novas Tecnologias
IR	Infravermelho
ISDN	<i>Integrated Services Digital Network</i>
ISTAR	<i>Intelligence, surveillance, target acquisition, and reconnaissance</i>



IUM	Instituto Universitário Militar
O	
OE	Objetivo Específico
OG	Objetivo Geral
P	
PIB	Produto Interno Bruto
POSEUR	Programa Operacional de Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos
PV	Postos de Vigia
Q	
QC	Questão Central
QD	Questão Derivada
R	
RNPV	Rede Nacional de Postos de Vigia
RPAS	<i>Remotely Piloted Aircraft System</i>
RTVE	<i>Radio Television Española</i>
S	
SDFCI	Sistema de Defesa da Floresta contra Incêndios
SEPNA	Serviço de Proteção da Natureza e Ambiente
SGIF	Sistema de Gestão de Informação de Incêndios Florestais
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SV	Sistema de Videovigilância
T	
TIA	Trabalho de Investigação Aplicado
TN	Território Nacional
TVAD	Torres de Vigilância e Aquisição de Dados
TII	Trabalho de Investigação Individual
U	
UAS	<i>Unmanned Aircraft System</i>
UAV	<i>Unmanned Aerial Vehicle</i>
V	
VAB	Valor Acrescentado Bruto
VTOL	<i>Vertical take-off and landing</i>



Introdução

O presente trabalho, evidencia de forma notória a relevância que a opinião pública inculcou num tema que constituiu um dos maiores flagelos do nosso país na história recente. Vem reforçar um nível de problemática que é apontada pelo relatório dos Incêndios Florestais (IF) da Comissão Técnica Independente¹ (CTI) como uma das razões que conduziram ao desfecho dramático dos incêndios de Pedrógão Grande e que se traduz no facto do conhecimento ser algo que continua anquilosado na área florestal (CTI, 2017, p. 7).

Um dos maiores flagelos que anualmente perturba a sociedade portuguesa está ligado ao fenómeno dos IF os quais têm vindo a destruir vastas áreas florestais, hipotecando a forma de vida de muitos portugueses que lidam com a floresta não só para sobrevivência, mas também para todos aqueles que usufruem dos benefícios que dela podem colher designadamente, através de atividades de lazer.

Desde os grandes incêndios ocorridos nos anos de 2003 e 2005 em que a área ardida se aproximou dos 760 mil hectares (ha) (DGRF, 2006) e pereceram várias vidas humanas, que todo o Sistema de Defesa da Floresta Contra Incêndios (SDFCI), sentiu uma premente necessidade de reformulação, sendo equacionadas novas integrações tecnológicas ao serviço da defesa da floresta.

Em 2017, a agenda mediática nacional, centrou-se novamente nesta problemática fruto da ocorrência de duas das maiores tragédias nacionais em que perderam a vida 115 pessoas (tragédia de Pedrógão Grande de 17 de junho e grandes incêndios de 15 e 16 de outubro) para além de uma área ardida de cerca de 520 mil hectares (Reis, 2017). Foi neste quadro trágico que o atual Presidente da República – Marcelo Rebelo de Sousa – comunica ao país, dia 17 de outubro, a necessidade de reformas profundas na floresta.

Considera-se assim que o presente trabalho de investigação é de extrema relevância, não só devido ao cariz económico que encerra, mas essencialmente pela atualidade face às recentes catástrofes provocadas pelos IF. A agenda política que foi dada a este assunto, merece uma alteração significativa no ciclo de medidas a contemplar visando a tão desejada e badalada reforma florestal, à qual já foi solicitado um consenso partidário pelo Presidente

¹ Vide Lei n.º 49-A/2017 de 10 de julho que cria a Comissão Técnica Independente. A Comissão é composta por doze técnicos especialistas de reconhecido mérito, nacionais e internacionais, com competências no âmbito da proteção civil, prevenção e combate aos incêndios florestais, ciências climáticas, ordenamento florestal, comunicações e análise de risco.



da República. Procura-se, por isso, entender qual a via ideal a empreender futuramente no que concerne ao paradigma da vigilância de IF.

Este trabalho de investigação está focado no âmbito da componente de vigilância e deteção precoce de IF, tendo como objeto os meios tecnológicos que podem ser empregues para a sua vigilância e deteção em Portugal.

O presente estudo está delimitado apenas à vigilância e deteção precoce de ocorrências de IF estando excluída a perspetiva do apoio à decisão operacional do combate.

No que concerne ao domínio de tempo, irá o presente estudo centrar-se nos anos de 2014, 2015 e 2016, em virtude de ser considerado este triénio um espaço temporal uniforme e já consolidado em termos de dados estatísticos.

Concomitantemente, para melhor percecionar a realidade inerente ao fenómeno dos incêndios será analisada a tendência de evolução em termos de alguns indicadores, mormente centrados nas causas e ocorrências de IF. Os acontecimentos extraordinários ocorridos ao longo de 2017 desaconselham a utilização de qualquer padrão temporal dele extraído sob pena de retirarmos conclusões desvirtuadas.

Em termos de espaço, o modelo de estudo irá focar-se em quatro distritos (Viseu, Vila Real, Leiria e Castelo Branco), sendo os mesmos alvo de análise respeitando a escolha inerente a dois distritos que utilizam atualmente sistemas de vigilância assentes em meios tecnológicos (videovigilância) e outros dois onde a vigilância de espaços florestais é realizada apenas por meios convencionais assentes, essencialmente, na Rede Nacional de Postos de Vigia (RNPV).

Tendo em conta a capacidade de acesso à informação relativa às ocorrências de IF, em especial ao nível das fontes de alerta e área ardida, pela limitação de tempo, e para permitir uma análise cuidada e aprofundada, delimita-se o estudo a quatro distritos onde os Comandos Distritais de Operações e Socorro (CDOS) com Sistemas de Videovigilância (SV) em funcionamento disponham de elementos que nos capacitem da informação necessária.

Quanto ao conteúdo, a presente investigação foca-se na eficácia da adoção de soluções tecnológicas sustentáveis em termos de recursos financeiros e humanos, as suas vantagens e relação custo/benefício face aos sistemas convencionais de vigilância.

O objetivo geral (OG) da investigação é: **“Avaliar de que modo o emprego de meios tecnológicos de vigilância pode contribuir para a deteção de Incêndios Florestais e redução de ocorrências em Portugal”**.



Para o atingir, definiram-se três Objetivos Específicos (OE):

Tabela 1 – Objetivos específicos

OE 1	Descrever o contributo dos meios de vigilância na deteção de ignições nos espaços florestais.
OE 2	Analisar os SV e deteção de IF utilizados em Portugal.
OE 3	Analisar a exequibilidade da adoção de <i>Remotely Piloted Aircraft Systems</i> para vigilância florestal no continente.

Fonte: (Autor, 2018)

Deste enquadramento, deduziu-se a Questão Central (QC): “**Como pode o emprego de meios tecnológicos incrementar a vigilância e deteção de Incêndios Florestais?**” A ela, associada, formularam-se as Questões Derivadas (QD) da Tabela 2:

Tabela 2 – Questões derivadas

QD 1	Qual a influência de cada fonte de alerta na totalidade das ignições detetadas?
QD 2	Quais os requisitos operacionais dos Sistemas de Videovigilância para garantir mais valias na deteção de IF face à RNPV?
QD 3	Quais as potencialidades e limitações do emprego de <i>Remotely Piloted Aircraft Systems</i> na vigilância florestal?

Fonte: (Autor, 2018)

Na presente investigação, procura-se através das respostas às QD, retirar conclusões que respondam à QC. Para a resposta às QD são interpretados os dados obtidos, equivalentes a elementos evidenciados pelas ocorrências registadas de IF, análise da informação disponível bem como análise às respostas obtidas nas entrevistas. A recolha de dados relativa às ocorrências far-se-á com recurso ao Sistema de Gestão de Incêndios Florestais (SGIF) que é a plataforma oficial de contabilização dos elementos associados aos IF.

A estratégia de investigação utilizada foi qualitativa.

No que respeita à organização, este trabalho, está estruturado em cinco capítulos, para além da Introdução e das Conclusões. No primeiro capítulo, apresenta-se um enquadramento metodológico e concetual que servirá de base a todo o trabalho. No segundo capítulo, é feita uma análise ao fenómeno dos IF, especificamente no que toca às ocorrências, fontes de alerta e organização da vigilância florestal. No terceiro capítulo, são analisados os sistemas fixos de videovigilância e deteção de IF. No quarto capítulo, é feita uma apreciação da vigilância com recurso a meios aéreos tripulados e não tripulados. No quinto capítulo é feita a apresentação e análise das entrevistas realizadas.



A consecução deste trabalho foi norteadada por quatro pilares considerados fulcrais para a solidificação do mesmo: coerência na linha investigacional traçada; consistência nas conclusões decorrentes das análises; consequente nos objetivos visados; inovação nas propostas decorrentes da investigação.



1. Enquadramento Metodológico e Concetual

1.1. Abordagem Metodológica

A metodologia utilizada na investigação teve por base os princípios estabelecidos na NEP/ACA-010 e NEP/ACA-018, ambas de setembro de 2015 do Instituto de Estudos Superiores Militares, e na publicação “Orientações Metodológicas para a elaboração de Trabalhos de Investigação”, de janeiro de 2016 (Santos, et al., 2016). Para a realização deste trabalho foi utilizada uma estratégia de investigação qualitativa, visando a partir dos dados recolhidos construir uma teoria explicativa que responda à QC.

Ao longo da revisão preliminar de literatura durante a fase exploratória, foi realizada uma pesquisa de livros, relatórios, documentos e trabalhos de investigação que versassem sobre os IF e, mais especificamente, no que concerne ao pilar ligado à vigilância. Foi efetuada uma pesquisa bibliográfica referente ao caso Espanhol, não só pela similitude ao nível das condições climáticas, mas também ao nível da orografia e paisagem florestal.

Na fase de recolha de dados foram realizadas entrevistas exploratórias semiestruturadas, ao Dr. Fernando Moreira (Presidente do INOV INESC Inovação²), e ao Major-General Rui Moura (Colaborador da empresa TEKEVER³) que capacitaram uma compreensão geral do objeto em estudo.

No decorrer da fase analítica, o processo de investigação foi desenvolvido seguindo o racional dos OE e das QD (Cfr. Modelo de Análise, em Apêndice A) recorrendo-se, para a sua concretização, a uma estratégia de investigação qualitativa (Santos, et al., 2016, p. 29) seguindo um raciocínio indutivo consubstanciado num desenho de pesquisa de estudo de caso, preconizado na bibliografia de referência (Santos, et al., 2016) do Instituto Universitário Militar (IUM).

Foram analisadas as ocorrências de IF registadas em quatro distritos nacionais, de modo a comparar locais que já utilizam meios tecnológicos na vigilância e outros em que apenas é utilizada a vigilância convencional.

Os dados foram escrutinados de forma comparativa e depois complementados por entrevistas semiestruturadas segundo uma amostra não probabilística a especialistas e intervenientes na vigilância florestal em Portugal, permitindo atingir uma visão holística da problemática em causa e eventuais soluções da temática em estudo, que possibilitou no final

² Infraestrutura tecnológica Portuguesa do domínio das Tecnologias de Informação, Eletrónica e Comunicações.

³ Grupo empresarial Português, cuja atividade se centra no desenvolvimento de tecnologia, produtos e serviços nas áreas das Tecnologias de Informação e Comunicação, Aeronáutica, Espaço, Defesa e Segurança.



da investigação apresentar sugestões para uma melhoria da vigilância e deteção precoce de IF e novas perspetivas para este fenómeno (Santos, et al., 2016, p. 71).

A análise das entrevistas foi feita através da metodologia proposta por Guerra (2010), de transcrição das entrevistas, sua leitura, construção de segmentos de resposta, análise descritiva e interpretativa.

Na fase conclusiva, foram avaliados e apreciados os resultados da fase analítica, apresentando as conclusões em resposta às questões derivadas e central, finalizando a investigação com a apresentação de contributos para o conhecimento, limitações e recomendações (Santos, et al., 2016, p. 138).

1.2. Enquadramento Concetual

Relativamente aos meios tecnológicos utilizou-se para melhor perceção o conceito atribuído a recursos tecnológicos como sendo:

“[...] um meio que se vale da tecnologia para cumprir com o seu propósito. Os recursos tecnológicos podem ser tangíveis (como um computador, uma impressora ou outra máquina) ou intangíveis (um sistema, uma aplicação virtual).”

(Conceito, 2011)

Complementarmente, Postman clarifica o emprego de meios tecnológicos dizendo que “a mudança tecnológica não é nem aditiva nem subtrativa, é ecológica (...) uma nova tecnologia não acrescenta nem subtrai nada, altera tudo” (1994, pp. 23-24).

Importa igualmente distinguir fogo de incêndio pela confusão que ainda persiste a nível nacional. Tal como alude Rego (2016, p. 139) seria mais fácil se comparado com a língua inglesa em que fogo é *fire* e incêndio corresponde a *wildfire*. Neste sentido, fogo florestal corresponde a uma “combustão controlada de materiais combustíveis existentes nas áreas florestais” (Castro, et al., 2003, p. 9), tais como queimas e queimadas enquanto incêndio florestal traduz “a combustão, sem controlo no espaço e no tempo, dos materiais combustíveis existentes nas áreas florestais” (Castro, et al., 2003, p. 9).

A Lei n.º 76/2017, de 28 de junho, que estrutura o SDFCI menciona que cabe à Guarda Nacional Republicana (GNR) a coordenação das ações de prevenção relativas à vertente da vigilância, deteção e fiscalização. Neste conspecto, através do mesmo diploma podemos inferir que vigilância dos espaços rurais é a ação que “visa contribuir para a redução do número de ocorrências de incêndios florestais, identificando potenciais agentes causadores e dissuadindo comportamentos que propiciem a ocorrência de incêndios” (AR, 2017, p. 4759). Por seu lado, deteção visa a “identificação imediata e localização precisa das ocorrências de incêndio e a sua comunicação rápida às entidades responsáveis pelo combate” (AR, 2017, p. 4759).



Refere ainda no seu artigo 31.º que a vigilância e deteção pode ser assegurada por:

“[...] a) Qualquer pessoa que detete um incêndio é obrigada a alertar de imediato as entidades competentes; b) Pela RNPV, que assegura em todo o território do continente as funções de deteção fixa de ocorrências de incêndios; c) Por rede de videovigilância, que complementa e reforça em todo o território do continente, as funções de deteção fixa de ocorrências de incêndios; d) Por rede de vigilância móvel que pode associar-se às funções de vigilância e deteção, de dissuasão e as intervenções em fogos nascentes; e) Por rede de vigilância aérea.”

(AR, 2017, p. 4759)

A vigilância constitui uma componente da prevenção operacional. Importa igualmente perceber o enquadramento legal, em que se baseia e de que forma entronca com a proteção de dados na utilização de videovigilância. A Lei n.º 1/2005, de 10 de janeiro, com as recentes alterações, que regula a utilização de câmaras de vídeo pelas forças e serviços de segurança em locais públicos de utilização comum prevê a autorização:

“[...] pelo membro do Governo responsável pela área da administração interna a instalação e a utilização pelas competentes forças de segurança de sistemas de vigilância eletrónica, mediante câmaras digitais, de vídeo ou fotográficas, para captação de dados em tempo real e respetiva gravação e tratamento.”

(AR, 2012)

Neste estudo refletiu-se ainda sobre o Regulamento n.º 1093/2016 de 14 de dezembro, que estabelece as condições de operação aplicáveis à utilização do espaço aéreo pelos sistemas de aeronaves civis pilotadas remotamente no que concerne à tipologia dos aparelhos e autorizações para a sua operação.

Constituem-se como referenciais do estado da arte o “Relatório da Análise da Cobertura da RNPV” de 2004, o qual caracteriza o funcionamento e eficácia da rede, bem como apresenta propostas de reestruturação da mesma (INESC Inovação/ADISA, 2004) e outro Relatório que propõe alterações em termos de localização de Postos de Vigia (PV) assim como a orçamentação prevista para tais alterações e os custos operacionais envolvidos (INOV-INESC Inovação, 2005).

Viana (2010, p. 29) aborda no seu Trabalho de Investigação Aplicado⁴ (TIA) as vantagens e desvantagens dos novos sistemas de vigilância, concluindo que “seria de todo o interesse, num futuro próximo, a integração das novas tecnologias como um meio alternativo ao atual sistema”

Por seu lado, Ribeiro (2014, p. 3) na sua Dissertação⁵ faz uma análise “aos diferentes modelos de prevenção e vigilância de incêndios florestais, atendendo aos modelos

⁴ Título do TIA: “Rede Nacional de Postos de Vigia – Tendências para o futuro” realizado pelo Aspirante João Viana

⁵ Tese de Mestrado subordinada ao tema “Prevenção e deteção de Incêndios Florestais: Análise holística e sistemas tecnológicos” da autoria de Maria Inês Monteiro Ribeiro



organizativos, técnicas de prevenção e sistemas de apoio tecnológico de apoio à vigilância utilizados”. A autora desta Tese apresenta um estudo de base essencialmente teórico que importaria ser verificado, concluindo que “em Portugal, dificilmente os sistemas de deteção remota conseguirão substituir a vigilância feita pela RNPV, no entanto, podem complementá-la.

O interesse nestes sistemas é tanto maior quanto menor for o seu custo de instalação, pois atualmente, devido às condições socioeconómicas que o país atravessa, os fatores económicos assumem uma relevância cada vez maior” (Ribeiro, 2014, p. 102).



2. Os Incêndios Florestais

2.1. A Floresta Portuguesa

Um dos vetores mais importantes da economia nacional centra-se na floresta e na sua capacidade de gerar riqueza.

As indústrias de base florestal representavam mais de 3 mil milhões de euros, em 2014, que correspondia a 15% do Valor Acrescentado Bruto (VAB) industrial e a 2% do VAB total e do Produto Interno Bruto (PIB) nacionais, ao passo que, em termos de exportações, em 2015 contribuiu com cerca de 2 % do PIB. Foi ainda responsável pela criação de cerca de 91.583 postos de trabalho, dos quais quase 24.678 correspondem a empregos no setor primário e indústrias transformadoras de base florestal (ICNF, 2017).

Para além da visão economicista não se pode olvidar que a biodiversidade está intimamente ligada à preservação dos espaços florestais, na forma como geram mecanismos capazes de albergar fauna e flora.

Segundo o último Inventário Florestal Nacional de 2013 (ICNF, p. 7), a utilização do solo para floresta representa o uso dominante em Portugal continental, ocupando 35,4% do território, colocando o nosso país em linha com a média dos 27 países da União Europeia de 37%. Seguem-se os matos e pastagens com cerca de 32% e as áreas agrícolas com 24% de ocupação tal como evidencia a Figura 1.

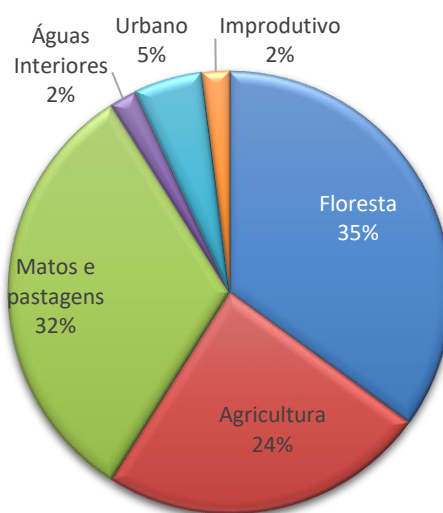


Figura 1 - Distribuição do uso do solo em Portugal Continental em 2010

Fonte: (ICNF, 2013)

No que concerne a espécies florestais, o eucalipto constitui a espécie florestal predominante, com 25,4% da ocupação, equivalente a 812.000 ha, seguindo-se o sobreiro



com 737.000 ha, representando 23% e o pinheiro bravo que com 714.000 ha de floresta, representa 22,3 % do total.

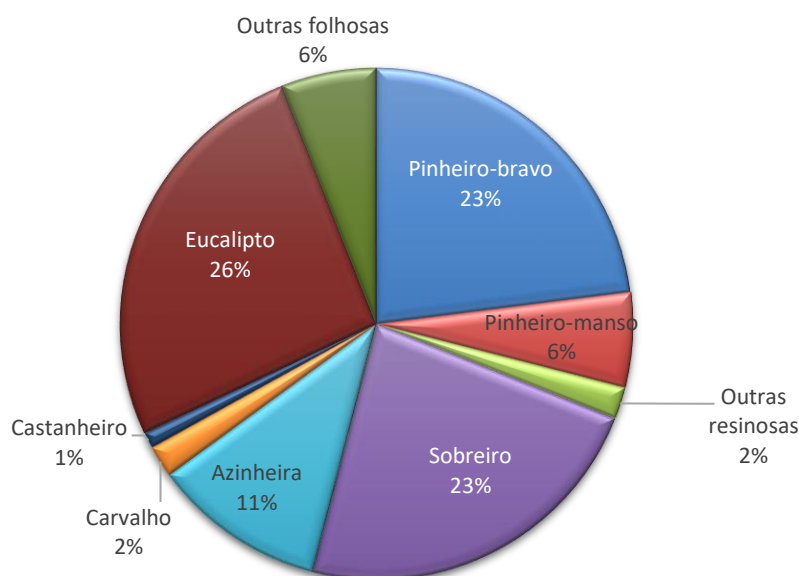


Figura 2 - Distribuição das áreas totais por espécie em Portugal Continental em 2010

Fonte: (ICNF, 2013)

É de realçar que os privados detêm a grande maioria da propriedade florestal estimando-se que apenas 2% sejam da posse do Estado (PEFC, 2017).

2.2. Elementos Estatísticos relativos aos Incêndios Florestais

A análise estatística das ocorrências de IF, não cabendo no escopo deste trabalho, permite-nos perceber melhor esta realidade, pelo que é aqui escrutinada nos elementos mais relevantes. No decorrer dos últimos anos, Portugal tem apresentado valores elevados de área ardida e de ocorrências de IF, facto que o situa no topo das estatísticas entre os países do sul da Europa como evidenciam as figuras seguintes:

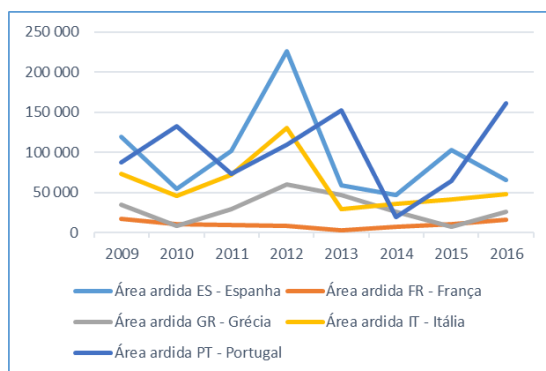


Figura 3 - Área ardida em ha

Fonte: Adaptado de (Pordata, 2018)

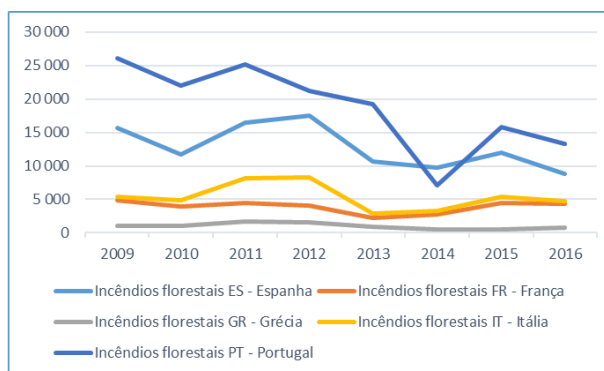


Figura 4 - Número de Incêndios Florestais

Fonte: Adaptado de (Pordata, 2018)

Se atendermos ao facto de Portugal ser um dos países mais pequenos do sul da Europa, verificamos facilmente que a percentagem de área ardida é incomensuravelmente maior que a apresentada por outros países, e mesmo em valores brutos existem vários anos em que a área ultrapassa os 100 mil ha, situando-se acima das metas definidas em 2006 pelo Plano Nacional de Defesa da Floresta contra Incêndios.

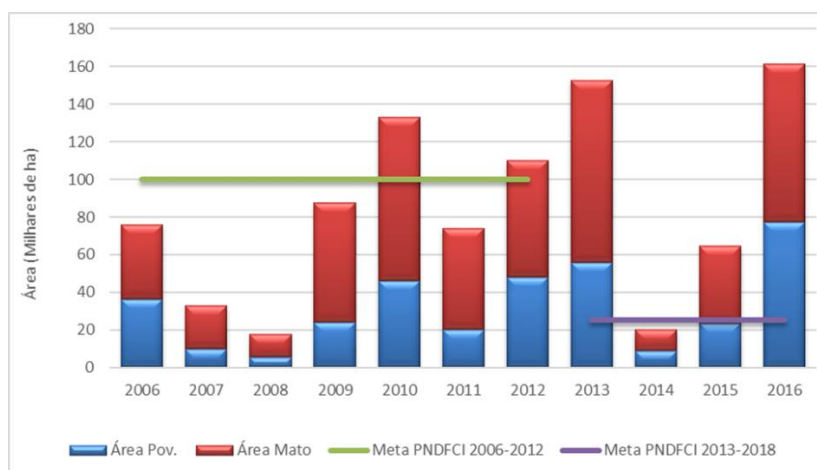


Figura 5 - Evolução da área ardida em Portugal Continental entre 2006 e 2016

Fonte: Adaptado de (ICNF, 2017)

As explorações florestais são caracterizadas pelo minifúndio com baixa rentabilidade, conduzindo ao abandono das propriedades aliada ao clima mediterrânico caracterizado por invernos com precipitação abundante e verões com temperaturas altas, levam ao florescimento de combustíveis finos potenciadores de IF (PEFC, 2017). Não podemos, contudo, olvidar as deficientes e recorrentes práticas de uso do fogo para atividades agrícolas e pastorícias que amplificam igualmente o número de ocorrências visíveis na tabela seguinte:

Tabela 3 - Distribuição anual do número de ocorrências e área ardida entre 2006 e 2016

Anos	Ocorrências			Área ardida (hectares)		
	Fogachos (Área <1ha)	Incêndios Florestais	Total	Povoamentos	Matos	Total
2006	16.946	3.499	20.445	36.320,34	39.738,01	76.058,35
2007	16.639	3.677	20.316	9.828,84	22.766,35	32.595,19
2008	12.339	2.591	14.930	5.461,34	12.103,44	17.564,78
2009	20.274	5.862	26.136	24.097,36	63.323,40	87.420,75
2010	18.058	3.970	22.028	46.079,45	87.011,35	133.090,81
2011	20.179	5.043	25.222	20.043,59	53.784,78	73.828,36
2012	16.754	4.425	21.179	48.066,76	62.164,87	110.231,63
2013	15.465	3.829	19.294	55.668,88	97.020,96	152.689,84
2014	5.998	1.069	7.067	8.727,33	11.202,53	19.929,87
2015	12.530	3.321	15.851	23.739,80	40.671,70	64.411,50
2016	10.443	2.818	13.261	77.501,80	84.020,70	161.522,50
Média 2006-2015	15.518	3.729	19.247	27.803,37	48.978,74	76.782,11

Fonte: Adaptado de (ICNF, 2017)

Ao analisar os diversos dados estatísticos, podemos extrair elementos de relevo que nos podem auxiliar na prevenção e mitigação de ocorrências e redução de área ardida, caso se opte por uma abordagem segmentada. Neste sentido, aquando da análise do número mensal de ocorrências, constata-se que historicamente os valores mais elevados se registam nos meses de julho, agosto e setembro, representando mais de metade do total anual, traduzindo o elevado índice de risco de incêndio nestes períodos, pelo que exigirão maior vigilância do que os restantes meses.

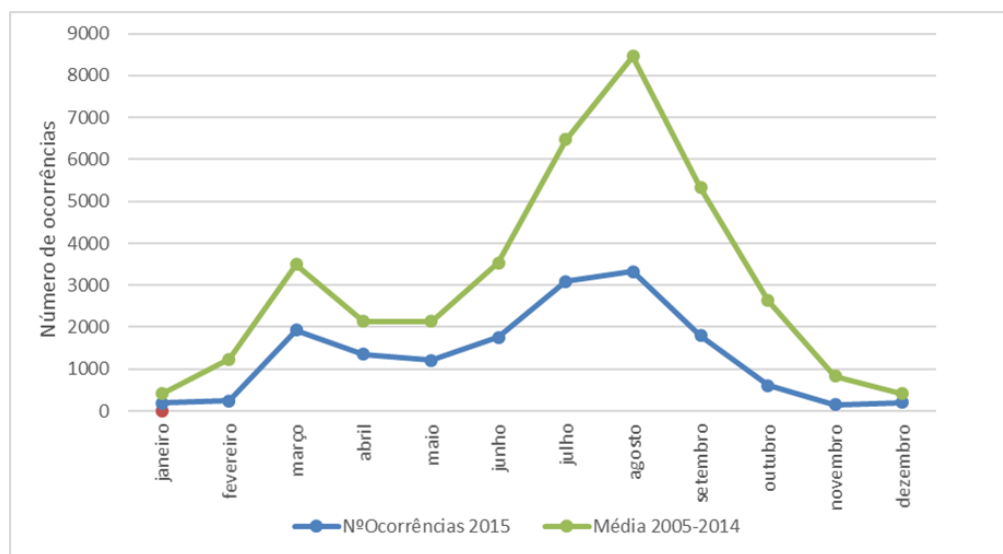


Figura 6 - Sazonalidade das ocorrências entre 2005 e 2014

Fonte: Adaptado de (ICNF, 2017)

Se atentarmos ao período horário, ao longo das 24H, verifica-se que a maioria das ocorrências é registada entre as 12H e as 19H (Figura 7), traduzindo uma clara evidência de que neste período a probabilidade de deflagrar um IF será maior. O enfoque de vigilância neste período poderia diminuir o número de ignições.

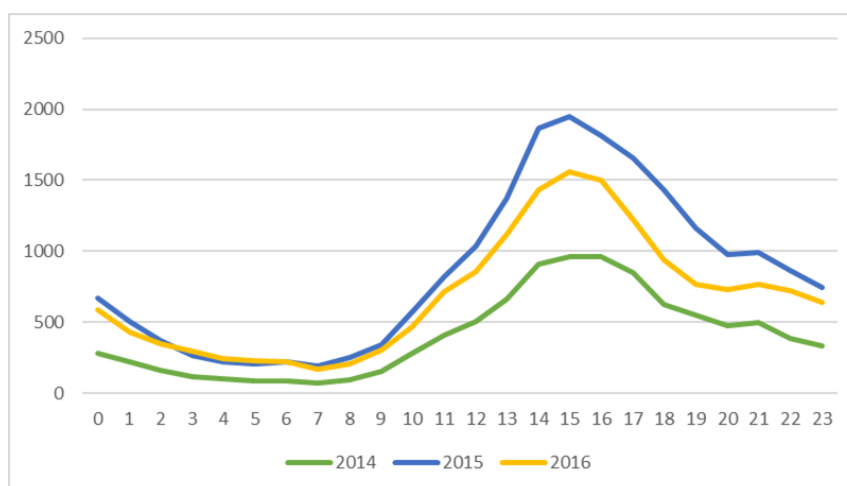


Figura 7 - Evolução horária do número de ocorrências

Fonte: (SGIF, 2018)

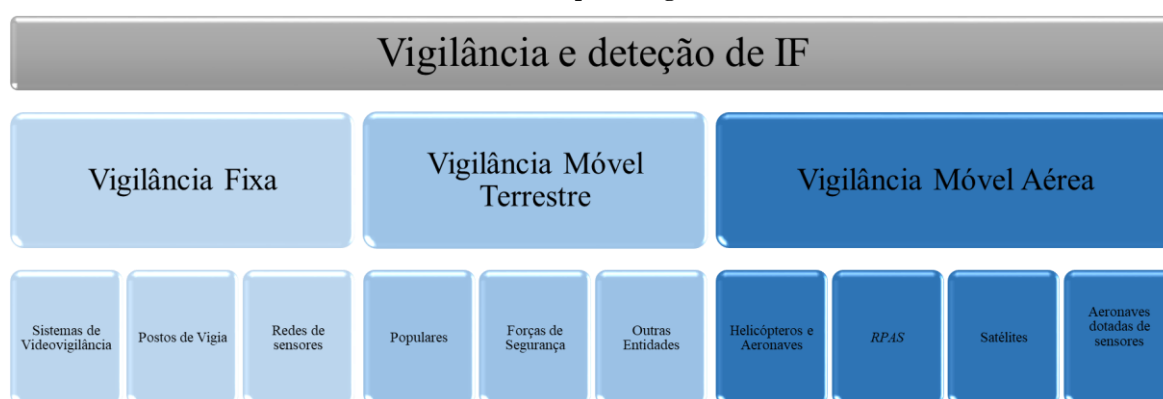


2.3. A Vigilância Florestal

Inserida no pilar da prevenção operacional, a vigilância e a consequente deteção de IF desempenham um papel determinante na prevenção e rápida mobilização de meios de combate para o ataque inicial, de forma a garantir maior sucesso na extinção da ocorrência. Os espaços florestais⁶ atualmente apresentam baixa ocupação populacional atendendo ao gradual abandono das atividades ligadas à terra, pelo que importa garantir uma vigilância concertada entre as tipologias contempladas pela lei: populares, RNPV, redes de videovigilância, rede de vigilância móvel, rede de vigilância aérea.

Para este estudo dividimos a vigilância em dois tipos quanto à empregabilidade de meios tecnológicos de apoio (convencional e com recurso a novas tecnologias), e em três tipos de acordo com a forma de execução (fixa, móvel terrestre e móvel aérea), conforme representado na tabela seguinte.

Tabela 4 - Tipos de vigilância



Fonte: Adaptado de (AR, 2017)

O aspeto dissuasor da vigilância importa ser relevado, pois garante que comportamentos de risco sejam mitigados. Esta exige presença efetiva ou monitorização contínua, onerando os orçamentos associados a esta atividade.

Na fase da deteção importa privilegiar a redução do tempo de visualização e o despiste de falsos alertas que mobilizem meios de combate desnecessariamente. A propagação do incêndio é mais facilmente evitada na fase inicial, em que o incêndio está ainda dominável, pelo que os meios de vigilância e deteção a utilizar devem conjugar a fiabilidade com a rapidez.

Para a deteção de IF concorrem várias fontes de alerta sendo a sua contribuição diferente em função do momento e do local. Os métodos de deteção com mais primeiros

⁶ Os terrenos ocupados com floresta, matos, e pastagens ou outras formações vegetais espontâneas, segundo os critérios definidos no Inventário Florestal Nacional (ICNF, 2013)



alertas são os convencionais, como reflete a Figura 8, destacando-se os sistemas de deteção clássica baseados na observação da floresta por pessoas, a partir de pontos fixos, ou usando meios motorizados terrestres.

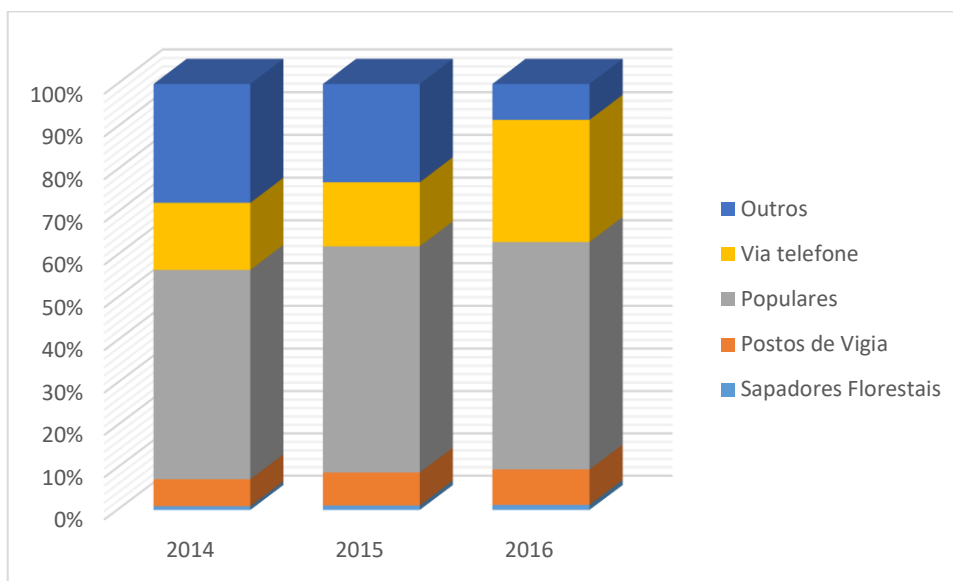


Figura 8 - Percentagem de primeiros alertas por fonte

Fonte: (SGIF, 2018)

2.4. A Rede Nacional de Postos de Vigia

Iniciando a análise pelo enquadramento legal, alude-se que a RNPV foi oficialmente criada pela Portaria nº 341/90, de 07 de maio, visando a rápida deteção e localização de IF permitindo uma diminuição do tempo de resposta entre a ignição e a primeira intervenção. O primeiro PV foi construído em 1931 em Manteigas, ao qual se seguiram outros na Mata Nacional de Leiria anos mais tarde.

Em 2006, foram atribuídas competências à GNR para gestão da RNPV, garantindo que durante a Fase Bravo (15MAI a 30JUN) os PV da rede primária funcionam em regime diurno, preferencialmente das 11H00 às 19H00 e na Fase Charlie (01JUL a 30SET) todos os PV operam nas 24 horas, divididos por três turnos de oito horas.

A RNPV sofreu uma primeira reestruturação em 2007 e 2008, aquando da substituição de velhas estruturas de 64 PV por torres novas, que visavam garantir mais segurança aos operadores. A atual RNPV, é composta por 231 PV conforme Anexo A e visa garantir uma malha de cobertura eficaz do máximo do Território Nacional (TN) de forma a detetar precocemente quaisquer ocorrências de IF e comunicar de forma célere ao órgão decisor para despacho de meios de combate.

No pico das ocorrências de IF – Fase Charlie do Dispositivo Especial de Combate a Incêndios (DECIF) - são mobilizados cerca de 924 civis contratados para guarnecer os PV,



garantindo a vigilância fixa, em complemento da vigilância móvel, vigilância aérea e videovigilância, para que, em coordenação, possam prevenir e detetar precocemente ocorrências de IF. Atualmente existem PV de três tipos: em estrutura metálica, de uma só componente metálica e em alvenaria.



Figura 9 - Tipologia dos Postos de Vigia existentes

Fonte: (DGF, 2009)

Segundo dados recolhidos junto do Serviço de Proteção e Natureza e Ambiente (SEPNA/GNR) que gere a RNPV, os PV foram responsáveis por 6,4% dos primeiros alertas totais de IF em 2014, por 7,8% em 2015 e 7,7% dos alertas totais registados em 2016, sendo que historicamente são fonte de primeiro alerta entre 6 a 9% das ocorrências.

Os operadores dos PV, assim que detetam uma ignição tiram o azimute e comunicam à Equipa de Manutenção e Exploração de Informação Florestal que cruza a informação com a fornecida por outros PV, permitindo-lhe obter a georreferenciação do foco de incêndio, através do método da triangulação. A escassa informação não permite por vezes identificar o local exato. Considerando os registos do SGIF, os alertas dos PV têm um índice de registos relativamente baixo, pese embora os registos manuais dos operadores dos PV indiquem valores superiores. Esta discrepância poderá explicar-se aquando do registo dos alertas na sala do Comando Distrital de Operações e Socorro se proceder a registos tendo por base informações simultâneas, sendo ao mesmo tempo provenientes de diversas fontes.

Convém, contudo, ressaltar que os PV só estão ativos no período compreendido entre 15 de maio e 30 de setembro, e as restantes fontes de alerta funcionam ao longo de todas as fases da Defesa da Floresta Contra Incêndios, ou seja, os dados registados só podem ser comparáveis apenas em igual período do ano. Os primeiros alertas transmitidos pelos PV aumentam à medida que diminui a densidade populacional da área onde se encontram

instalados, demonstrando a dependência destes em áreas mais isoladas tal como evidenciado na Figura 10 (DSEPNA/GNR, 2017, p. 15).

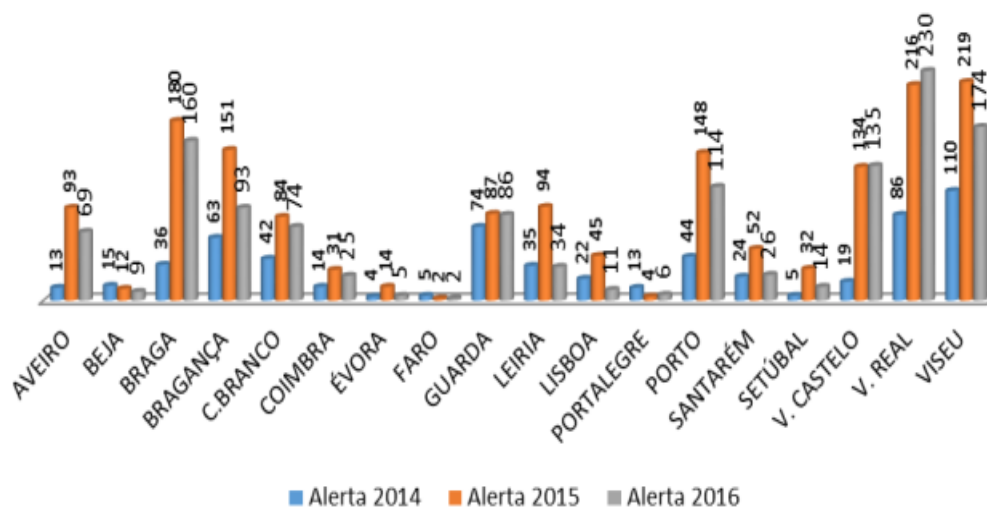


Figura 10 - Número de alertas emanados por Postos de Vigia

Fonte: (DSEPNA/GNR, 2017, p. 16)

Nos últimos anos temos assistido a um incremento do número de deteções por meios concorrentes à RNPV, tais como populares munidos de telemóvel, que têm conduzido a percentagem de deteções conseguidas pela RNPV para valores muito reduzidos (Relvas, et al., 2005, p. 8). Não sendo fator negativo, pois todo o cidadão deve exercer um papel ativo na proteção civil da sociedade, poderá evidenciar algumas fragilidades do atual funcionamento da RNPV tradicional tal como a conhecemos hoje em dia. Outro dos fatores a que se tem assistido é a dificuldade crescente em assegurar a contratação de vigilantes em quantidade e qualidade que garantam uma operação eficaz, principalmente nas zonas do país com baixa densidade populacional (Relvas, et al., 2005, p. 8). Os perfis típicos dos operadores correspondem a indivíduos reformados, trabalhadores agrícolas ou jovens em férias escolares. A sazonalidade em que ocorre a empregabilidade, as condições proporcionadas no local onde o serviço é desempenhado e o baixo reconhecimento pela sociedade, poderão ser razões de fundo para a fraca adesão a esta função.

A pessoa que exerce funções de vigilância, apresenta nalguns casos deficiente acuidade visual, fadiga, deficientes técnicas de observação que condicionam a rápida deteção de focos de incêndio (Rego, et al., 2005, p. 21). Segundo o Relatório da CTI dos IF de outubro (2018, p. 180), a RNPV “deve ser ativada sempre que exista maior probabilidade de ocorrência de incêndios” essencialmente em áreas de menor densidade populacional. Contudo, alude a uma necessidade formativa dos operadores acerca do comportamento do fogo.

A topografia e o terreno envolvente aos PV são influenciadores do tempo de perceção da coluna de fumo, podendo ser percecionada numa fase mais adiantada do seu início tal como se pode perceber na figura seguinte.

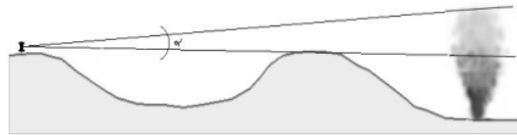


Figura 11 - Representação da visualização de uma coluna de fumo

Fonte: (Autor, 2018)

Segundo dados oficiais do SEPNA/GNR (2017), os gastos anuais para manutenção e funcionamento da RNPV rondam os quatro Milhões €, dos quais 3,7 Milhões destinam-se a contratação de operadores de PV.

Segundo o estudo promovido pela Associação Empresarial para a Inovação (COTEC) em 2004, a nível nacional, cerca de 41% do território é visível por dois ou mais PV, 31% é vigiado por apenas um PV e aproximadamente 28% não é vigiado pela RNPV. Refere ainda que cerca de 34% do território apresenta um grau de cobertura baixo e muito baixo e cerca de 14% apresenta um grau de cobertura alto e muito alto (Figura 12), sendo que 52,1% do território apresenta um grau de cobertura médio (Rego, et al., 2005, p. 56).

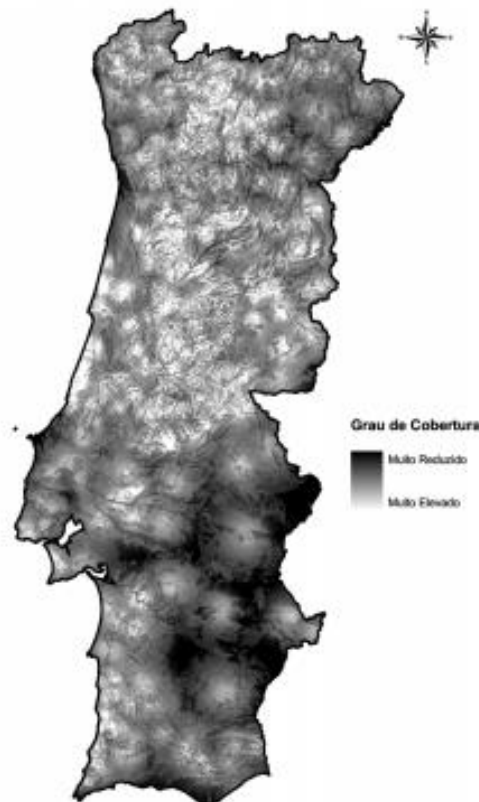


Figura 12 - Carta síntese de cobertura garantida pela RNPV

Fonte: (Rego, et al., 2005, p. 55)

2.5. Fontes de alerta de ocorrências

Uma das formas de aferir o contributo de cada tipologia de vigilância para a identificação de ignições, centra-se na determinação do número de primeiros alertas referenciados. Considerando que os fogos nascentes podem ser observados e reportados ao organismo responsável pelo combate, por diversas fontes, optou-se por fragmentar em cinco fontes para uma análise mais fidedigna relativamente à estatística disponibilizada pelo SGIF. Desta forma constituem fontes de alertas:

- i. Sapadores Florestais: os que são comunicados por elementos destas equipas durante as suas ações de vigilância;
- ii. Postos de Vigia: os que são reportados pelos operadores no período em que a RNPV está em funcionamento;
- iii. Populares: as ocorrências identificadas por cidadãos reportadas a corporações de bombeiros;
- iv. Via telefone: as ocorrências identificadas por cidadãos que ligam para o 112, 117 e as que são reportadas por outros agentes de proteção civil;
- v. Outros: Ocorrências que não se inserem nas tipologias acima mencionadas incluindo os alertas determinados por SV que não se conseguem isolar.

Considerando que a grande maioria das ocorrências ocorre nos meses de julho, agosto e setembro, coincidindo com o funcionamento pleno de todos os PV durante 24 horas, vai-se verificar qual a percentagem de cada fonte de alerta na totalidade das ignições detetadas a nível nacional neste período na seguinte figura.

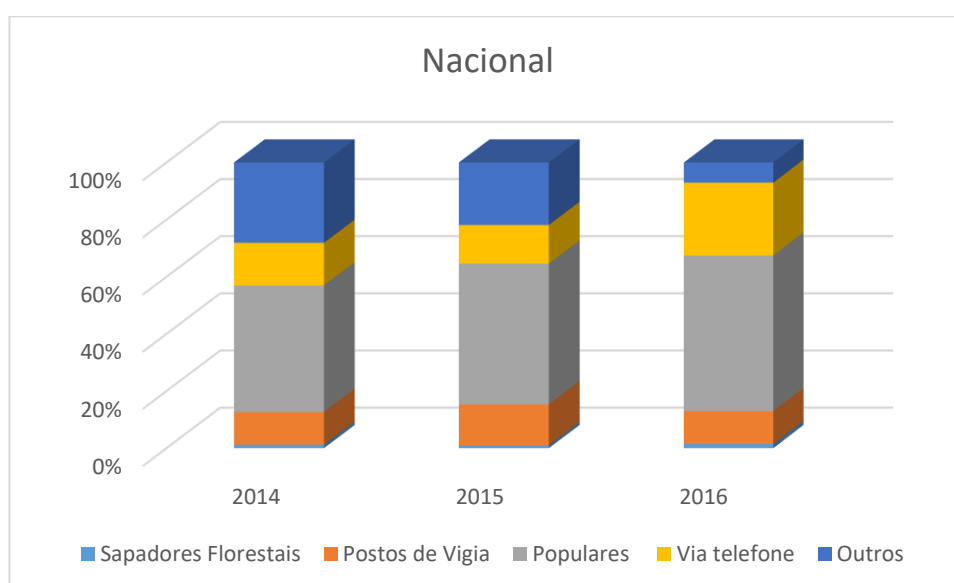


Figura 13 - Fontes de alerta durante os meses de julho, agosto e setembro

Fonte: (SGIF, 2018)

Podemos, pois, constatar que os populares são a fonte que mais contribui para a deteção de ignições, entre 33% a 54% e os PV detetam durante este período entre 9 a 14%.

2.5.1. Distritos com sistema de videovigilância instalado

Os distritos de Leiria e Castelo Branco por disporem de videovigilância de espaços florestais, merecem a nossa análise, ainda que não se possam isolar os alertas determinados pelo sistema de videovigilância, estando englobados na fonte “outros”.

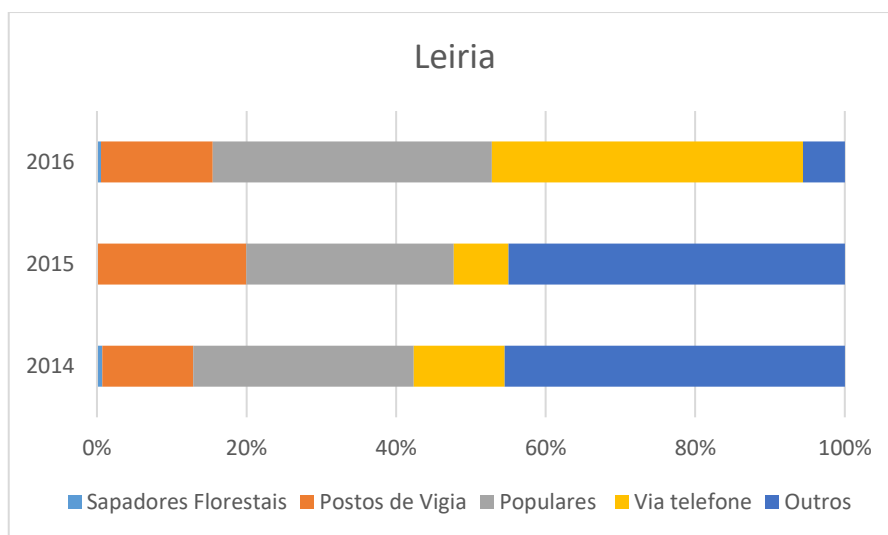


Figura 14 - Fontes de alerta durante os meses de julho, agosto e setembro em Leiria

Fonte: (SGIF, 2018)

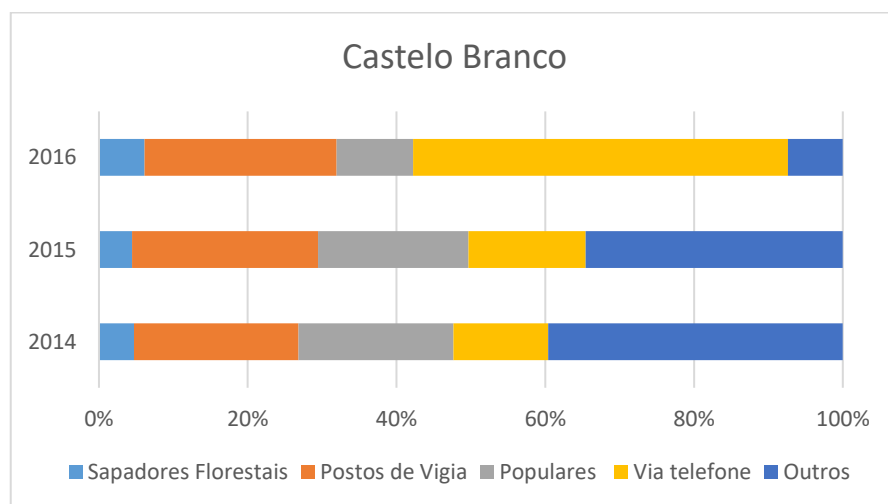


Figura 15 - Fontes de alerta durante os meses de julho, agosto e setembro em Castelo Branco

Fonte: (SGIF, 2018)

Podemos verificar que os alertas emanados pelos PV diferem entre os 12 e 20% em Leiria e entre os 22 a 26% em Castelo Branco, situando-se acima da média nacional.

No que concerne à fonte de alerta “outros”, nos quais estão englobados os SV, verificamos uma grande discrepância dos anos 2014 e 2015 para 2016, devida à utilização do novo sistema informático utilizado pela Proteção Civil, no último ano com maior precisão



no campo “outros”. Em Leiria a fonte de alerta “outros” estava próximo dos 45% em 2014 e 2015 baixando para 6% em 2016. Em Castelo Branco os alertas da categoria “outros” cifraram-se em 7% de alertas em 2016. Esta grande redução deve-se ao reajuste do Sistema de Apoio à Decisão Operacional⁷ que reorganizou as fontes de alerta.

Não existe informação isolada dos alertas realizados pelos SV instalados, mas se considerarmos o ano de 2016 (altura em que foi refinado o sistema) podemos verificar que tendencialmente os distritos que contam com estes meios tecnológicos não retiram grandes benefícios na deteção precoce de IF.

2.5.2. Distritos sem sistema de videovigilância instalado

Foram seleccionados os distritos de Viseu e Vila Real pela ausência de SV e pelo historial de IF.

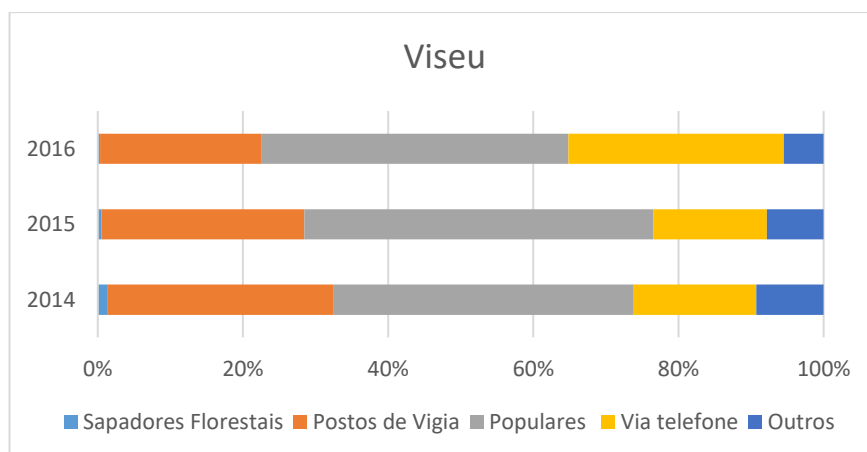


Figura 16 - Fontes de alerta durante os meses de julho, agosto e setembro em Viseu

Fonte: (SGIF, 2018)

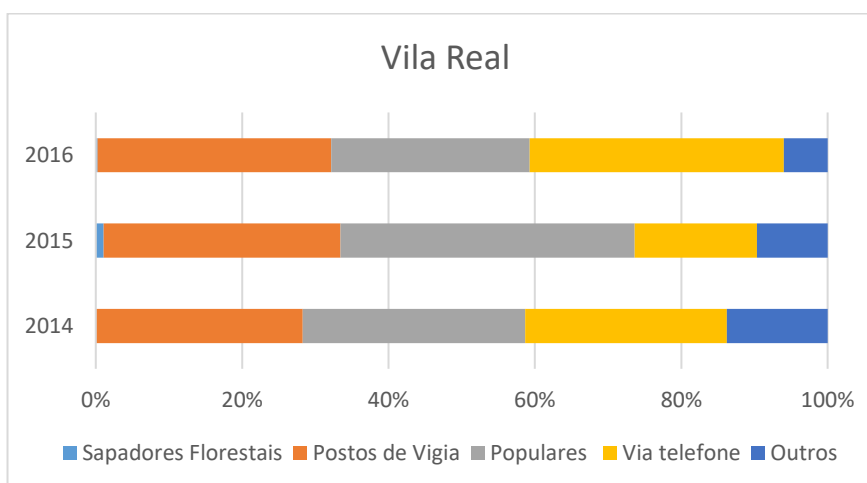


Figura 17 - Fontes de alerta durante os meses de julho, agosto e setembro em Vila Real

Fonte: (SGIF, 2018)

⁷ Sistema informático que visa assegurar uma maior e melhor integração da informação de forma a possibilitar uma partilha de dados entre os agentes da Autoridade Nacional de Proteção Civil.



Verificamos que existe um grande peso dos alertas emanados pelos PV com valores a rondar os 30% em Viseu e Vila Real. Os populares destacam-se nestes dois distritos como fontes de alerta com valores a rondar os 45% em Viseu e 35% em Vila Real. Nestes dois distritos, constatamos que os PV influem decisivamente na deteção precoce de IF.

2.6. A Vigilância de Incêndios Florestais em Espanha

Através de pesquisas realizadas, ficou igualmente claro que na vizinha Espanha o problema dos IF também se coloca ao nível da deteção sendo dado cada vez mais enfoque à utilização de câmaras de vigilância. A organização da prevenção e vigilância é essencialmente uma incumbência das Comunidades Autónomas que fixam planos diferenciados. A vigilância terrestre fixa é feita a partir de postos de observação permanentes, localizados em pontos altos de onde grandes áreas florestais podem ser observadas. Dispõem por regra de uma rede principal que funciona 24/24 e uma rede secundária a operar apenas durante período diurno, por norma de 1 de junho a 15 de outubro. A vigilância móvel terrestre é realizada por elementos de diversos organismos de índole nacional ou local em veículos todo terreno, para vigiar itinerários previamente estabelecidos em certas áreas florestais (Junta de Andalucia, s.d.).

Relativamente à utilização de SV, constata-se que têm um desenvolvimento e emprego desiguais nas diferentes comunidades autónomas, não dispondo de um sistema centralizado a nível nacional, contudo várias Comunidades contam com sistemas próprios, sendo de destacar o Sistema Bosque e o Projeto VERSI. O primeiro, com instalação na Andaluzia deteta automaticamente IF através de câmaras de visão com infravermelhos (IR). Dispõe de uma central, observatórios instalados em torres estrategicamente posicionadas e repetidores de comunicações. Quando é detetado um incêndio, a câmara do observatório correspondente emite um sinal de alarme que terá que ser validado pelo operador para posterior despacho de meios de combate no caso de identificação positiva (Junta de Andalucia, s.d.). O projeto VERSI funciona nas Províncias de Sória, El Saler e Zamora. Utiliza pontos de observação fixos e móveis sendo equipados com um sistema optrónico (visão térmica e visão convencional), em permanente observação e quando deteta um foco de incêndio envia um alarme ao centro de controlo (SR7, 2016).

Estatísticas recentes aludem que em Zamora as 11 torres do noroeste da província contribuíram para a redução em 65 % o número de ignições e até 70,5 % a superfície ardida desde a sua entrada em funcionamento em agosto de 2013, justificada pela redução do tempo de resposta para ataque inicial (La Opinión , 2017).

A vigilância florestal dispõe de diversas aeronaves adstritas às Comunidades com planos de voo gerados em função de diversos fatores, entre os quais, a análise de risco e a orografia, realizados normalmente entre as 13 e as 17h.



Figura 18 - Aeronave destinada a vigilância florestal na Andaluzia

Fonte: (Junta de Andalucia, s.d.)

Em 2017, a principal novidade foi igualmente a incorporação de quatro *Remotely Piloted Aircraft Systems* (RPAS) para vigilância noturna. Os meios de vigilância e deteção ficaram localizados nas bases de León, Alicante, Zaragoza e Cáceres, mas operam em toda a Espanha (RTVE, 2017). De referir que estes sistemas dispõem de uma autonomia de voo limitada, estão equipados com tecnologia de imagem na gama do visível, sendo mobilizados através de rotores múltiplos, denotando alguma fragilidade face a condições mais desfavoráveis. Estes meios são disponibilizados pelo governo central, existindo algumas Comunidades que fruto de projetos isolados, contam com meios RPAS mais robustos.

2.7. Síntese Conclusiva

Assim, analisadas que estão todas as estatísticas relevantes decorrentes de ocorrências, fontes de alerta e vigilância florestal, podemos concluir que, em termos globais, os populares são a principal fonte de alerta de ignições com cerca de 40%, ao passo que a RNPV contribui com cerca de 7% dos alertas totais. Se atentarmos aos meses em que os PV estão em funcionamento, concluimos que os populares contribuem em média com cerca de 50%, a via telefone é responsável por 20%, a RNPV contribui com cerca de 12%, os sapadores florestais com 1% e outras fontes, nas quais se incluem os SV, são responsáveis por 15%.

A disseminação de meios de comunicação móveis como os telemóveis e o novo advento da redução de custos inerentes a estes equipamentos permitem aos populares serem os agentes que primeiro detetam mais ignições.

Na comparação entre os distritos selecionados que utilizam já SV e outros que ainda não dispõem destas novas tecnologias, verificou-se que houve uma grande redução dos



alertas emanados pela fonte “outros” dos anos 2014 e 2015 para 2016 fruto do novo sistema utilizado pela Proteção Civil. Se atendermos aos dados de 2016, verificamos que nos distritos de Viseu e Vila Real que não têm SV, os alertas de PV são de 30%, sensivelmente. Nos distritos onde existem SV os alertas destes são de cerca de 7% em contraponto com os alertas dos PV que correspondem a 20%. Constatou-se que em Portugal os distritos que contam com SV não retiram grandes benefícios na deteção precoce de IF sendo as deteções bastante inferiores às dos PV. Considera-se assim respondida a QD1, relativamente à influência de cada fonte de alerta na totalidade das ignições detetadas.

Verificou-se ainda que em Espanha a vigilância fixa garantida pelos PV constitui a base da vigilância florestal apoiada em larga medida por projetos de videovigilância dinamizados pelas Comunidades Autónomas.

No próximo capítulo serão analisados os sistemas de videovigilância existentes em Portugal.



3. Sistemas de Videovigilância utilizados em Portugal

A utilização de videovigilância na floresta em TN sendo relativamente recente, tem sido dinamizada por intermédio de fontes de financiamento essencialmente europeias. Tem-se assistido à candidatura por parte de Comunidades Intermunicipais (CIM) a fundos do Programa Operacional de Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos (POSEUR), almejando projetos de videovigilância para deteção de incêndios e apoio à decisão operacional. Surge desta nova realidade de escassez de recursos humanos um estímulo pela utilização de novas tecnologias de forma a garantir uma teia de cobertura eficaz na vigilância de manchas florestais.

Os objetivos principais destes sistemas centram-se na deteção precoce de IF em áreas florestais, despistar casos reportados que sejam falsos alarmes, comunicação imediata para o centro correspondente para que o dispositivo de extinção seja ativado e captura de imagens e recolha de dados respeitantes a IF para apoio à decisão operacional, facilitando o ataque eficaz.

Os SV podem detetar os IF de forma precoce automaticamente ou com a validação de operador. As tecnologias de deteção mais utilizadas são:

- i. Câmaras de vídeo de luz visível, que usam como fonte de energia a luz solar, assim como a própria energia irradiada pelas chamas que necessita de bastante observação humana. As câmaras captam imagens que são analisadas em tempo real e mediante algoritmos inseridos podem identificar a presença de fumo que terá de ser validado pelos operadores que monitorizam o sistema. Existe uma exigência indesejável de acompanhamento permanente pela visão humana nas imagens, que acarreta uma fadiga visual e perdas de concentração consideráveis para o desempenho de funções (Krstinic, et al., 2012).

Podem utilizar-se câmaras a preto e branco, sendo a deteção baseada em diferenças de contrastes temporais com a imagem de fundo natural previamente selecionada. A utilização de câmaras a cores é obtida pela comparação de duas imagens sucessivas da câmara, sendo segmentado o fumo para verificar as diferenças de cor. As vibrações e a movimentação das câmaras criam muitas dificuldades à deteção automática (COTEC/ADAI, 2005, p. 35). A incapacidade de ser detetado fumo em período noturno e a dificuldade em distinguir fumo de nuvens, poeira e com luminosidade fraca são algumas fragilidades desta tecnologia;



- ii. Câmaras com sensores térmicos, que detetam a energia irradiada pelo IF, não necessitando de uma fonte externa para operar, contudo perdem a eficácia caso a temperatura do objeto seja semelhante à que a rodeia. As ocorrências podem ser detetadas tanto durante o dia como de noite e o processador de imagens exigido é mais simples do que o exigido na deteção mediante câmaras de vídeo na gama do visível. Assim, o tempo de processamento para a deteção é mais baixo (COTEC/ADAI, 2005, p. 36).

Atendendo às características do ar e da atmosfera, o sinal é facilmente propagado, no entanto os ajustes dos parâmetros de sensibilidade e a qualidade do *software* são essenciais para a sua eficácia. Esta tecnologia não está imune a falsos alarmes devido à emissão de IR por várias fontes que não aquelas que o sistema procura, tais como objetos aquecidos, fontes de combustão auxiliares à atividade humana e luzes artificiais. O operador poderá aqui ter um papel fundamental na despistagem destas situações;

- iii. Espetroscopia ótica em que o espectrómetro processa o sinal e estabelece as conclusões sem interferência humana mediante a interpretação de elementos de fumo na atmosfera. Esta tecnologia apresenta grandes limitações em período noturno, sendo que apenas consegue detetar fumo após atingir a linha do horizonte, sendo muitas vezes tarde para despacho de meios para um ataque inicial eficaz (COTEC/ADAI, 2005);
- iv. O LiDAR⁸, que consiste na emissão de impulsos de radiação *laser* através da atmosfera e captação e análise da radiação retrodifundida por potenciais obstáculos, que no caso dos IF são as partículas existentes no fumo que provocam a retrodifusão da radiação. A varredura realizada pelo sistema é contínua e automática permitindo uma monitorização assertiva apresentando índices altos de precisão e poucos registos de falsos alarmes. O *laser* emitido não permite, contudo, avaliar por norma grandes distâncias. Este sistema pressupõe, a instalação de câmaras de vídeo tradicionais para que os operadores possam observar imagens (Lemos, 2015);
- v. Os sensores iónicos, fotoelétricos e termoeletrónicos. A rede de sensores pode ser implantada numa floresta, informando regularmente através da recolha de dados o centro de controlo, para que se possam tomar diversas ações, tais como alertar os habitantes e despachar meios de combate. Os sensores são implantados

⁸ *Light Detection And Ranging*



uniformemente ao acaso na floresta, contudo dispõem de um período muito curto de vida útil, chegando por vezes a durar apenas uma temporada (Lemos, 2015).

Os grandes desafios da deteção automática consistem no tempo e fiabilidade da deteção, sensibilidade face às condições naturais envolventes e facilidade de interação dos operadores.

Associados à utilização destes equipamentos surgem críticas relativamente ao elevado custo de investimento inicial, baixo desempenho em condições atmosféricas difíceis, o elevado índice de falsos alarmes e o grande uso de largura de banda na transmissão de imagens que a evolução tecnológica tenta solucionar e para a qual determinados equipamentos têm contribuído para mitigar essas limitações.

Em março de 2018 através do Despacho n.º 3070/2018 do Gabinete do Ministro da Administração Interna foram fixados requisitos técnicos para a instalação de SV de forma a garantir a adequação dos sistemas às necessidades operacionais e uniformização de características de base comuns a diversas empresas comercializadoras, que até então não existiam e que poderá ser relevante para os procedimentos pré-contratuais e do financiamento destes projetos, concretamente com recurso aos programas comunitários (MAI, 2018).

Existem em Portugal vários equipamentos de videovigilância de IF (dos quais o sistema CICLOPE⁹ é o mais representativo), sendo que não se tem verificado uma política integrada e uniformizada em termos de critérios que justifiquem a adoção de um determinado sistema em detrimento de outros.

Uma limitação para a sua ampla utilização refere-se a questões legais, pois prevê a Lei n.º 1/2005, de 10 de janeiro (AR, 2012), que regula a utilização de câmaras de vídeo pelas forças e serviços de segurança em locais públicos de utilização comum no seu artigo 2.º n.º 2, que “o responsável pelo tratamento de imagens e sons é a força de segurança com jurisdição na área de captação ou o serviço de segurança requerente, regendo-se esse tratamento pelo disposto na Lei n.º 67/98”, motivo pelo qual o controlo e monitorização das câmaras a instalar deve ser tutelado pela GNR, com competências localmente definidas. No ano de 2005 (INOV-INESC Inovação, p. 10), foi publicado um estudo que visava a

⁹ O CICLOPE “é um sistema de televigilância desenvolvido por uma equipa de investigadores do INOV, experiente no projeto de sistemas de monitorização e controlo remoto. Uma instalação CICLOPE é formada por várias Torres de Vigilância e Aquisição de Dados (TVAD) e por um Centro de Gestão e Controlo (CGC)” (INOV-INESC Inovação, 2017).

“obtenção de uma configuração que garantisse cobertura equivalente à apresentada pela da RNPV com o mínimo de torres de vigia”.

Este mesmo estudo incidiu a sua análise nos aspetos financeiros, apresentando custos decorrentes do investimento inicial e custos operacionais. Foram selecionados 161 locais para a implantação de uma solução de videovigilância de cobertura nacional dos quais oito fazem parte da atual RNPV, garantindo 51% de cobertura média (INOV-INESC Inovação, 2005, p. 23) tal como se pode observar na figura seguinte.

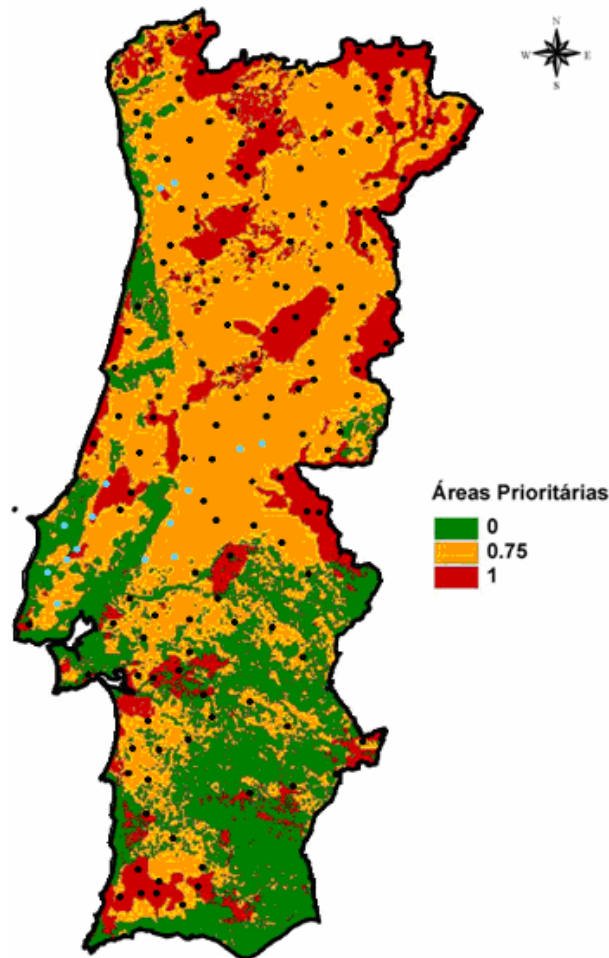


Figura 19 - Localização dos 161 pontos equacionados para assegurar o sistema nacional de videovigilância

Fonte: (INOV-INESC Inovação, 2005, p. 27)

Esta redução de locais propostos prende-se essencialmente com “uma melhor distribuição dos pontos de observação e [...] no estudo ter sido consideradas torres de videovigilância com uma altura de 30 metros, mais do dobro da altura média dos postos de vigia da RNPV” (INOV-INESC Inovação, 2005, p. 30).



Se comparada com a cobertura da RNPV podemos verificar que, ainda assim, possui uma cobertura global equivalente, ainda que os montantes decorrentes do SV se reportem a 2005, tal como evidencia a Tabela 5.

Tabela 5 - Cobertura percentual entre a RNPV e a solução de um sistema nacional de videovigilância proposto

Visibilidade	RNPV (4 meses do ano)	Solução SV Proposto
0 PV / câmaras	28 (%)	27 (%)
1 PV / câmara	31 (%)	28 (%)
2 ou mais PV / câmaras	41 (%)	45 (%)
Cobertura Global	72 (%)	73 (%)
Cobertura Média	52 (%)	51 (%)
Investimento Inicial	n.d.	12,6 M €
Custos estimados de manutenção e exploração	3,8 M€	2,4 M€ *

* Não inclui valor de rendas ou arrendamento de terrenos para instalação de Torres

Fonte: Adaptado de (INOV-INESC Inovação, 2005)

No ano de 2016 foi proposto à GNR pela empresa NGNS-IP a instalação de um sistema nacional com a cobertura de todo o território continental através de 300 localizações, num investimento total de aproximadamente € 21.000.000, ficando, contudo, de fora os custos dos operadores das salas de controlo operacional.

De seguida irão ser caracterizados os SV utilizados em Portugal cuja comparação pode ser verificada na Tabela 16 do Apêndice B.

3.1. Sistema CICLOPE

O CICLOPE é um sistema integrado de monitorização remota de origem portuguesa, desenvolvido pelo INOV. O sistema CICLOPE permite vigiar a floresta e detetar potenciais comportamentos negligentes ou criminosos; detetar ignições a longas distâncias; efeito dissuasor; despiste imediato de alertas de incêndio; realizar a monitorização da evolução da ocorrência entre outros (INOV-INESC Inovação, 2017).

O sistema CICLOPE cobre atualmente cerca de 1.750.000 ha do território de Portugal continental, ao qual corresponde uma área de cerca de 20% do TN abrangendo partes dos distritos do Porto, Castelo Branco, Santarém, Leiria e Lisboa (Figura 20), dispondo ainda de instalações na Grécia e em Itália. No total dispõe de 68 Torres de Vigilância e 16 Centros de Controlo (INOV-INESC Inovação, 2017).



Figura 20 - Área coberta pelo sistema CICLOPE

Fonte: Adaptado de (INOV-INESC Inovação, 2017)

Dispõe de várias TVAD e de um CGC no qual está instalado um painel de monitores de vídeo (*videowall*) onde são apresentadas continua e simultaneamente as imagens capturadas, com elevada taxa de atualização e qualidade (Anexo B). Está preparado para realizar a deteção automática de IF recorrendo a câmaras de vídeo na dimensão dos IR, visível e LiDAR. Todas as tecnologias descritas podem ser utilizadas de forma isolada ou em conjunto, permitindo complementaridade. O sistema CICLOPE está munido de equipamento para fornecimento de energia e comunicação autónomos constituindo um sistema autossuficiente para colocação em lugares isolados (COTEC/ADAI, 2005, p. 20).



Figura 21 - Exemplo das TVAD e CGC em funcionamento

Fonte: Adaptado de (INOV-INESC Inovação, 2017)

No CGC estão operadores que controlam as câmaras através de um sistema que funciona sobre *Internet Protocol*, desde a captação de imagens até à sua visualização e processamento, garantindo bom funcionamento, expansibilidade ilimitada e a utilização de qualquer meio de comunicação digital (INOV-INESC Inovação, 2017). As imagens vídeo captadas são gravadas em formato digital podendo ser aproveitadas para efeitos legais na identificação de incendiários suspeitos.

A aplicação de controlo dispõe de algumas funcionalidades inovadoras e patenteadas que permitem uma utilização prática e intuitiva do sistema. A aplicação funciona sobre uma plataforma de informação geográfica, multicamada, dispondo de cartografia digital de altimetria, com a qual o CICLOPE consegue localizar um incêndio sem recorrer ao processo de triangulação.

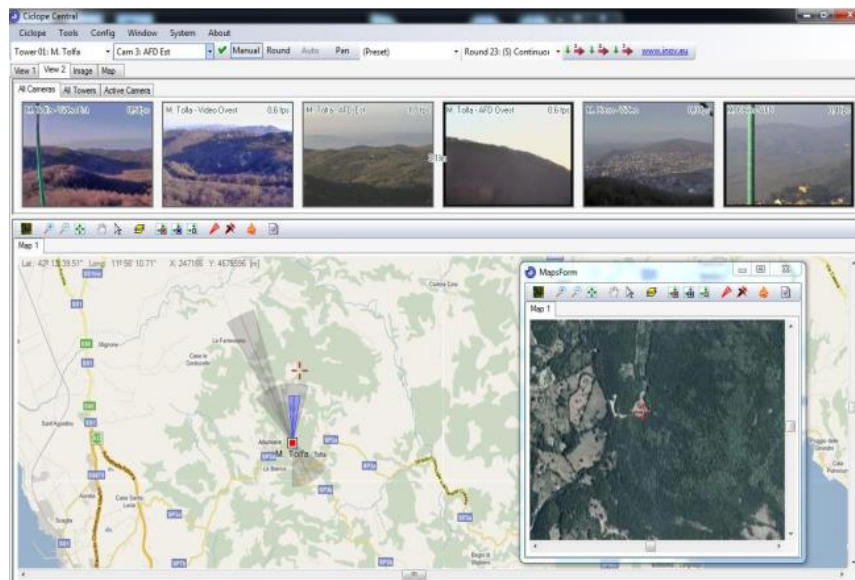


Figura 22 - Aplicação de interface com o utilizador

Fonte: Adaptado de (INOV-INESC Inovação, 2017)

O sistema é modular e expansível, permitindo um controlo central dos dados retirados na observação, motivo pelo qual várias CIM decidem optar pela sua aquisição em detrimento de outros. Está previsto o seu alargamento a espaços florestais da CIM das Beiras e Serra da Estrela e, possivelmente, à Área Metropolitana de Lisboa. Atualmente é beneficiário deste sistema a GNR nas componentes de vigilância e deteção de ocorrências de IF, a ANPC e Sistemas Municipais de Proteção Civil para acompanhamento e gestão de ocorrências. Com uma área coberta superior a um milhão de hectares, faz do sistema CICLOPE o maior sistema de apoio à decisão na proteção florestal do mundo (INOV-INESC Inovação, 2017).

3.2. Sistema Forest Fire Finder

O sistema *Forest Fire Finder* (F3), comercializado pela empresa portuguesa NGNS-IS, ancora o seu funcionamento na análise da composição química da atmosfera por espectroscopia ótica. O F3 foi desenvolvido para a deteção de IF, detetando a presença de fumo na atmosfera pela análise do espectro de absorção da luz que atravessa a coluna de fumo. Esta análise é realizada através da comparação da composição química da atmosfera nos seus diversos comprimentos de onda, correlacionando os sinais da atmosfera, sem e com fumo (NGNS-IS, 2014).



Figura 23 - Módulo do equipamento instalado e detetor do sistema F3

Fonte: (LUSA, 2014)

Os seus elementos constituintes são um telescópio para recolha da luz, um espectrómetro e um computador para processamento dos sinais. A interligação entre o telescópio e o espectrómetro é realizada por fibra ótica. O telescópio encontra-se fixo a um sistema de posicionamento (*pan&tilt*). Um sistema de comunicações permite enviar os dados para um centro de controlo remoto. O sistema permite determinar a distância à coluna de fumo através do nível de focagem do telescópio, embora este sistema só funcione de forma eficaz a curtas distâncias. O telescópio varre o espaço envolvente, mantendo o cone de captação de luz do telescópio sempre acima da linha do horizonte, como ilustra a figura seguinte.

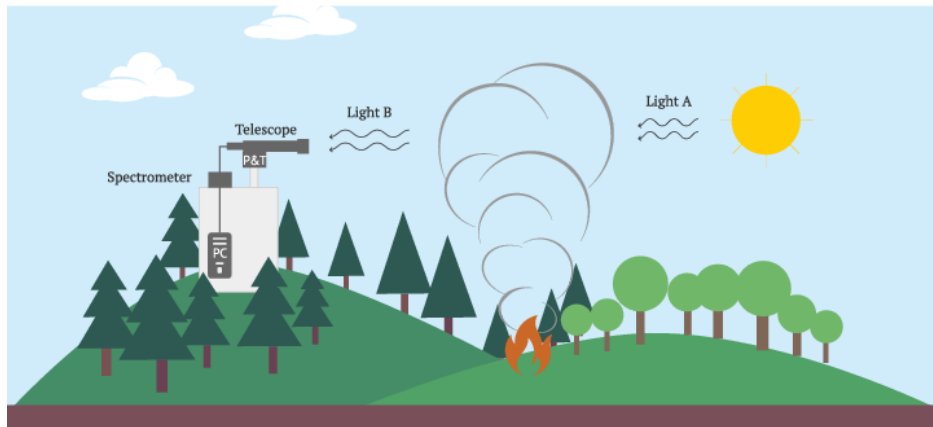


Figura 24 - Exemplificação do funcionamento do sistema de detecção de fumo

Fonte: (Almeida e Vieira, 2017)

O processamento dos sinais é realizado nas próprias torres, sendo enviada uma mensagem de texto, sempre que o sistema deteta a presença de uma coluna de fumo. O sistema dispõe adicionalmente de uma câmara de vídeo, para permitir a validação dos alarmes e acompanhamento das ocorrências. Prevê uma cobertura de 15 km para cada detetor, cobrindo uma área de 70 mil ha, um tempo aproximado de deteção de 11 minutos com um detetor, podendo este tempo ser reduzido para cerca de cinco minutos, usando dois detetores por torre. A empresa anuncia um tempo de vida do sistema de cinco anos. A aplicação de comando e controlo é baseada numa *interface web*, acessível através de um *browser* (NGNS-IS, 2014).

O sistema dispõe de uma central de observação com auscultação a 360° na horizontal e de -45° a 90° na vertical, contando com um sensor ótico, uma câmara ótica e sensores atmosféricos que controlam determinados parâmetros.

O F3 foi adquirido pela Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC), por via de ajuste direto de perto de um milhão de euros. O sistema, composto por 14 detetores, foi instalado em julho de 2013 no Parque Nacional da Peneda Gerês, emitindo, entre julho de 2013 e agosto de 2014, 1323 falsos alarmes e 228 alarmes verdadeiros (LUSA, 2014). Outros autores (Almeida e Vieira, 2017) apontam que as câmaras instaladas por este sistema no Gerês emitiram 578 ocorrências das quais 369 foram falsos alertas e 209 eram verdadeiros, evidenciando cerca de 63% de erro. Estes números demonstram a falta de fiabilidade e rigor do sistema na deteção de alertas reais. Atualmente este sistema está inativo por falta de financiamento.

3.3. Sistema Forest Fire Watch

O *FireWatch* é um sistema automático de deteção de fumo que pode identificar colunas de fumo num intervalo de 10-15 km. O sistema dispõe de numa torre com funcionamento automático, capaz de emitir um alarme para uma central de controlo, enviando igualmente de forma automática, fotografias que reportam a ocorrência para uma melhor tomada de decisão (Ribeiro, 2014, p. 50). Os alertas são enviados automaticamente até ao máximo de oito minutos e as imagens captadas são armazenadas durante um curto período, de forma a cumprir as imposições legais.

É composto por várias torres que estão equipadas com sensores que permitem uma monitorização ininterrupta de áreas florestais com rotação a 360° a cada cinco minutos durante o dia e dez minutos durante a noite, enviando toda a informação capturada para um centro de operação e controlo (COTEC/ADAI, 2005, p. 32). Este sistema apresenta uma excelente qualidade de imagem, visualização e deteção e, segundo Ribeiro (2014, p. 50), é “considerado um sistema confiável em todas as suas condições operacionais e os falsos alarmes são reduzidos, muitas vezes provocados pelo sol, vento, fumo artificial, fontes de poeira e possíveis oscilações da torre de controlo”.

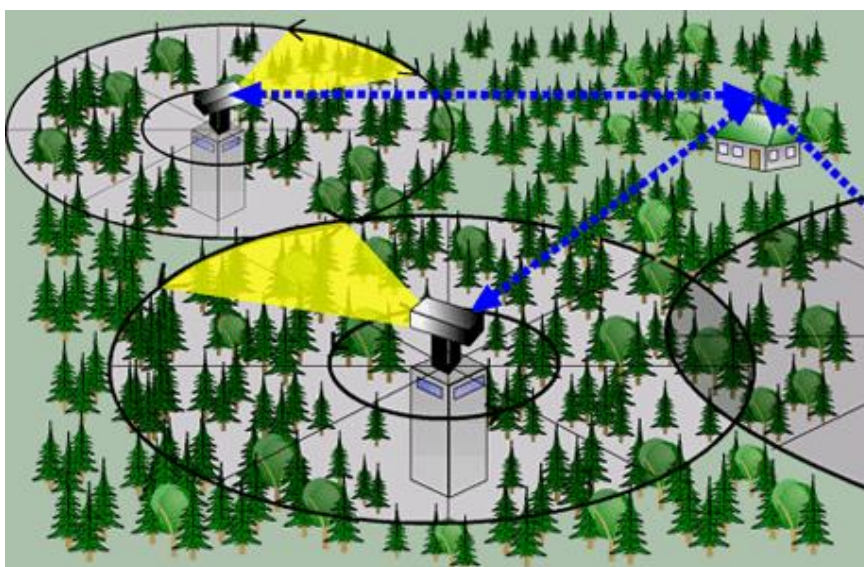


Figura 25 - Modo de funcionamento do sistema *Fire Watch*

Fonte: (IQ Wireless GmbH, s.d.)

O sistema foi desenvolvido na Alemanha pela empresa IQ wireless GmbH estando atualmente em uso na Alemanha (178 torres), Estónia (cinco torres), Chipre (duas torres) e México (uma torre). Para além desses, existem projetos piloto (uma ou duas torres) na República Checa, Espanha, Itália, Grécia e Portugal – instalada em Sintra sob gestão da empresa Monte da Lua, cobrindo cerca de 50.000 ha (IQ wireless GmbH, s.d.).

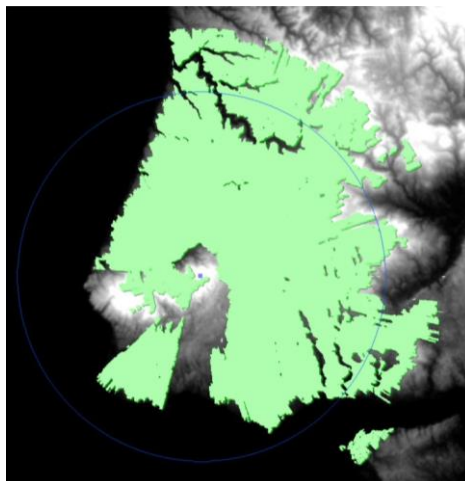


Figura 26 - Área coberta pelo sistema Forest Fire Watch em Sintra

Fonte: (IQ Wireless GmbH, s.d.)

A comunicação e envio dos dados da torre para os computadores do sistema é efetuada, segundo Ribeiro (2014, p. 51), de duas formas: Mediante *Integrated Services Digital Network* a imagem é compactada e enviada para o centro de controlo. O custo de funcionamento é elevado; Por IAP-radio - uma célula de rádio com alcance de 50 km, que pode ser usada em conjunto com a transferência de dados e imagem.

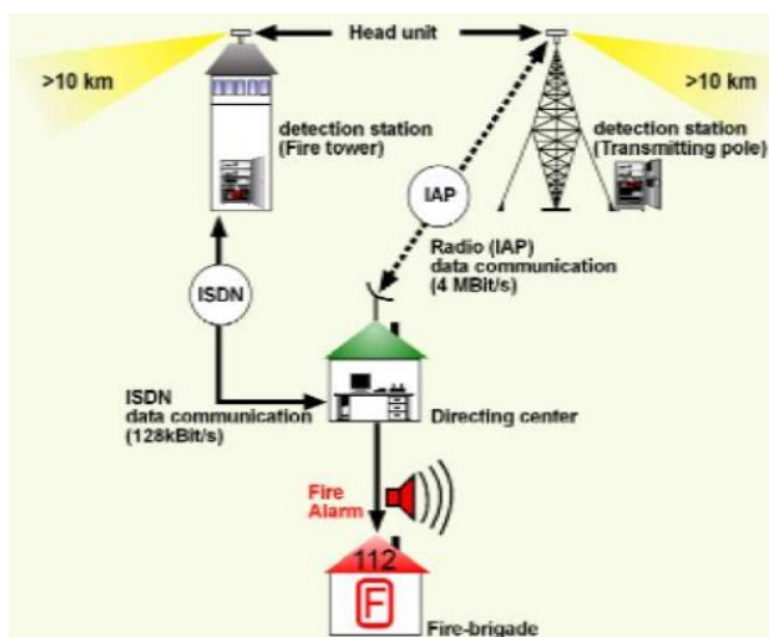


Figura 27 - Mecanismo de funcionamento do sistema Fire Watch

Fonte: (Ribeiro, 2014, p. 50)

A empresa que desenvolveu este sistema estima que tenha um tempo de vida de aproximadamente dez anos e prevê uma taxa de falsos alertas inferior a 3% o que o coloca como um dos sistemas mais fiáveis. O sistema está desenvolvido para a proteção de sistemas ecológicos e paisagens culturais (IQ Wireless GmbH, s.d.).



3.4. Síntese Conclusiva

Em síntese, conclui-se que cada SV utiliza tecnologias distintas para deteção precoce de incêndios, contudo apenas o *Forest Fire Watch* efetua atualmente a deteção automática de IF com alarme, ainda que os outros sistemas estejam preparados para isso. Verifica-se que os SV em uso operam ao longo de um raio, a partir das torres, entre 15 a 20 Km, as suas comunicações assentam essencialmente em redes privadas (Rádio, fibra ótica, cabo) e em redes públicas (GSM, GPRS, UMTS, PSTN, RDIS), sendo que a tecnologia do sensor varia entre espectroscopia ótica, deteção visual, deteção mediante IR e ainda sistema LiDAR. De modo a responder à QD2, para garantir mais valias face à RNPV, esta vigilância deverá satisfazer diversos requisitos operacionais, alguns já fixados através de Despacho e outros que se julgam fulcrais face às fragilidades identificadas, nomeadamente:

- i. Cobrir áreas sombra e com menor cobertura por parte da RNPV;
- ii. Baixo custo por hectare vigiado na sua implementação, operação e manutenção;
- iii. Deteção precoce de incêndios;
- iv. Geração automática de alertas;
- v. Garantir fiabilidade nos alertas gerados;
- vi. Dispor de um período alargado de vida útil;
- vii. Dispor de uma sólida rede de comunicações para uma estação central distrital.

No seguinte capítulo será feita uma caracterização e análise à vigilância realizada por meios aéreos pilotados de forma convencional e remotamente.



4. Vigilância com recurso a meios aéreos

4.1. Utilização de aeronaves pilotadas convencionalmente

A vigilância aérea tem sido utilizada tradicionalmente, em espaços florestais de forma recorrente em Espanha e no Chile, pois permite chegar a zonas mortas num espaço de tempo muito curto. Baseia-se no uso de aviões, geralmente monomotores com capacidade para dois elementos.

O piloto é acompanhado por um observador, que realiza a observação adequadamente, ou, em alternativa, dotado de câmaras de vigilância de imagem, de IR ou sensores térmicos. Permite observar uma grande quantidade de superfície por unidade de tempo e recolhe uma grande quantidade de informações relativamente às possíveis ocorrências detetadas.

Em Portugal, durante alguns anos, fruto de um protocolo com a Associação Portuguesa de Aeroclubes foi desenvolvido um programa de vigilância de incêndios que cessou em 2004. A vigilância era desenvolvida em percursos previamente definidos nos períodos de maior índice de risco de incêndio, recorrendo apenas à observação direta sem quaisquer equipamentos tecnológicos.

No decorrer de 2017, a Força Aérea Portuguesa (FAP) empenhou duas aeronaves (C-295 e P3) realizando algumas missões de reconhecimento e avaliação por todo o país. Estas aeronaves estão dotadas de sensores de deteção térmica para deteção de ignições de forma precoce.

“[...] as informações recolhidas pelas tripulações da Força Aérea eram processadas pelo centro de Comando e Controlo do Comando Aéreo e, de imediato, difundidas para o Comando Nacional de Operações de Socorro (CNOS). Posteriormente, o CNOS disseminava essas informações pelos seus órgãos ou centros de coordenação locais, de forma a poder efetuar o combate com eficácia.”

(FAP, 2017)

Esta tecnologia permite obter informação acerca da localização exata do incêndio com recurso a georreferenciação. A utilização deste meio cingiu-se a escassas horas de voo, motivo pelo qual os dados disponíveis não permitem uma apreciação eficaz deste recurso.

Apresenta custos de operação elevados, pois segundo o Gabinete do Vice-Chefe de Estado Maior da FAP, cada hora de voo representa um encargo de €4599,41 para o P3 e €2257,90 para o C295 (valores sem IVA). Este facto pode onerar em demasia a aplicação destes meios de forma prolongada para vigilância florestal.



Figura 28 - Ignição detetada pela Aeronave C-295M

Fonte: (FAP, 2017)

4.2. Utilização de aeronaves pilotadas remotamente

4.2.1. Generalidades

As primeiras aeronaves não tripuladas começaram a surgir cerca do ano de 1900, com desenho rudimentar e uso operacional limitado (Cardoso, 2008, p. 23). Considerando que a terminologia relacionada com estes equipamentos aéreos não tripulados é díspar, teremos em conta a definição adotada pela Autoridade Nacional da Aviação Civil (ANAC) que refere RPAS:

“cc) «Sistema de aeronave pilotada remotamente (...)», sistema que compreende a aeronave pilotada remotamente, a estação de piloto remoto associada, os canais de comunicação para comando e controlo requeridos e quaisquer outros componentes [(payload¹⁰ associado)], conforme especificado no projeto do sistema.”

(AR, 2016)

Atendendo à forma de classificação da *International Civil Aviation Organization* (ICAO), podemos classificar os RPAS em pequenos (0-20/25 kg), ligeiros (20/25-150 kg) e grandes (> 150 kg) (Pessoa, 2017, p. 14), conforme Tabela 14 do Anexo C.

Existem, contudo, outro tipo de classificações para estes sistemas que são seguidos internacionalmente e que cumprem as orientações de Reg Austin (2010, pp. 45-74), de acordo com a seguinte tipologia:

- i. *High Altitude Long Endurance*. Pode operar durante 24 horas e a cerca de 15km de altitude. As suas missões usuais são reconhecimento e vigilância de longo alcance.
- ii. *Medium Altitude Long Endurance*. Pode operar durante 24 horas a uma altitude entre cinco e 15km. Normalmente são operados a partir de distâncias mais curtas.

¹⁰ Corresponde à carga, além de seu peso sem carga, que a aeronave é projetada para o transporte sob condições específicas de operação (NATO, 2013, pp. 2-P-2).

- iii. *Medium Range or Tactical UAV*. Apresentam um alcance na ordem dos 100 aos 300km.
- iv. *Close-Range UAV*. Normalmente com um alcance até 100km.
- v. *Mini UAV*. Têm diversas aplicações militares ou civis, dispendo de um alcance por norma até aos 30Km e caracterizam-se pela sua versatilidade. Podem ser lançados à mão ou através de sistema propulsor.
- vi. *Micro UAV*. Por norma são aparelhos utilizados em ambiente urbano, capazes de pairar sobre um local e apresentam fragilidades sob condições atmosféricas difíceis.
- vii. *Nano Air Vehicles*. São normalmente utilizados para finalidades lúdicas e filmagens em curtas distâncias.

Quanto ao tipo de configuração podem dividir-se em: *Horizontal take-off and landing* (HTOL) utilizando normalmente asa fixa; *Vertical take-off and landing* (VTOL) por norma com recurso a rotor; modelos híbridos que combinam as características de ambos os tipos mencionados anteriormente.

Os sistemas RPAS são constituídos por diversas componentes fundamentais: Aeronave, *Ground Control Station* (GCS), equipamento de comunicações e *payload*.



Figura 29 - Componentes que compõem o RPAS

Fonte: (Autor, 2018)

A tecnologia que equipa estes meios passou a ser mais acessível, motivo pelo qual assistimos a uma maior banalização da utilização de RPAS, que agora não se restringe ao meio militar, mas que é empregue recorrentemente na componente civil. A utilização de RPAS em vigilância florestal foi outra das áreas desenvolvidas, contudo necessitam estar dotados com câmaras de visível, IR, LiDAR ou outros dispositivos capazes de detetar colunas de fumo e ignições a grandes distâncias, sendo que para reportar precisam de um meio de comunicação que cubra o território a vigiar. Os sistemas baseados nesta tecnologia são normalmente empregues apenas como ferramentas auxiliares, ou em complementaridade com outros métodos.

Este recurso deve apresentar um desempenho adequado em termos de resolução da câmara que transporta, bem como do tempo de voo intimamente ligado à autonomia para fazer face à área vigiada a cobrir. Estes fatores são os mais relevantes no momento de optar por esta via para a vigilância e deteção de incêndios.

A primeira experiência de utilização de RPAS para vigiar e detetar IF a nível nacional decorreu nos anos de 2003, 2004 e 2005, na Lousã, tendo sido retiradas diversas conclusões das quais se destacam: a viabilidade do desenvolvimento destes equipamentos, devendo dispor de capacidades de navegação autónomas, diurnas e noturnas; e uma razoável capacidade de autonomia (Merino, et al., 2012). Ao longo de 2014, no decorrer do projeto VIANA que teve lugar em vários locais do distrito de Viana do Castelo, foram realizados voos experimentais com um aparelho e equipamento da empresa TEKEVER no sentido de serem detetadas queimadas, queimas e fogueiras de forma precoce. Para além de visar a deteção inicial de IF, serviu igualmente para detetar áreas que careciam de gestão de combustível patente na lei, facto que reduzia as horas de empenhamento humanas nesta atividade, facultando ainda a possibilidade de fiscalizar parcelas de terreno inacessíveis.



Figura 30 - Testes de utilização de RPAS no Gerês

Fonte: (Público, 2015)

4.2.2. Principais características a assegurar

Tendo por base o estudo sobre o Projeto do UAV *Skyguardian* desenvolvido por Marcelo Cardoso (2008) na Universidade da Beira Interior, o equipamento deve detetar fogos nascentes, apoiar missões de fiscalização de falta de gestão de combustível, validar os alertas identificados por outros meios se necessário e monitorizar a evolução da ocorrência. Atendendo às missões primárias de vigilância e deteção de IF e adaptando o estudo



supramencionado, os RPAS devem incluir os seguintes sistemas/capacidades (Cardoso, 2008, pp. 58-59):

- i. Sistema de posicionamento que possibilite a georreferenciação da aeronave e deteção das coordenadas das ocorrências;
- ii. Câmara de vídeo a cores com possibilidade de cobertura de 360 graus;
- iii. Câmara de Infravermelhos para deteção de focos de incêndio ou sistema LiDAR;
- iv. Transmissão das imagens em tempo real;
- v. Mínima capacidade de memória para gravação de imagens a bordo;
- vi. Possibilidade de ser pilotado remotamente;
- vii. Contacto permanente com a *Groundstation*;
- viii. Capacidade de detetar outras aeronaves e evitar possíveis colisões em voo;
- ix. Ter estabilidade suficiente face a condições adversas sugerindo-se aeronaves de asa fixa;
- x. Estar munidas de luzes de navegação;
- xi. Para finalização de voo possuir os seguintes mecanismos: Sistema de paraquedas em caso de falha estrutural e Sistema automático de retorno da aeronave com aterragem automática.

4.2.3. Propostas de RPAS para vigilância florestal

Não sendo o objetivo deste trabalho apontar um modelo RPAS específico como a melhor opção para garantir eficácia na vigilância e deteção de IF, vão ser identificados alguns sistemas como enquadráveis nas necessidades atuais de vigilância da floresta nacional, dentro do ramo dos *Close-Range* UAV, podendo ser observada uma tabela resumo das características no Apêndice C.

4.2.3.1. AR3 NET RAY da TEKEVER

Este sistema foi desenvolvido em Portugal pela empresa TEKEVER, concebido para diversas missões como monitorização marítima, missões militares de *Intelligence, surveillance, target acquisition, and reconnaissance* (ISTAR), monitorização ambiental, deteção de IF entre outras. A aeronave tem uma autonomia limite de dez horas, apresenta uma velocidade cruzeiro de 120 Km/h, pode ser lançada através de catapulta que é transportada numa caixa de pequenas dimensões e a sua recuperação é feita mediante paraquedas ou rede.

A facilidade na sua montagem, manobrabilidade e armazenamento, constituem algumas das mais valias desta aeronave que pesa apenas 14 Kg sendo alimentada por

gasolina sem chumbo. Dispõe de uma vasta panóplia de opções de *payload* tais como sensores eletro-óticos (EO), sensores IR, sistemas de retransmissão de comunicações, radares marítimos e LiDAR (TEKEVER, s.d.).



Figura 31 - AR3 NET RAY

Fonte: (TEKEVER, s.d.)

4.2.3.2. PENGUIN C da UAV FACTORY

O Penguin C é um sistema projetado pela empresa UAV *Factory* para uso profissional, com origem nos EUA dispondo de instalação fabril na Letónia. Foi desenvolvido essencialmente para missões de vigilância e reconhecimento, tem uma autonomia aproximada de 20 horas e pode operar num raio de aproximadamente 100 Km. O sistema apresenta de origem três aeronaves, podendo ser operada por uma tripulação de dois elementos que se podem deslocar numa viatura comercial. O seu sistema portátil de recuperação de lançador e paraquedas permite uma operação com ausência de pista. Segundo dados da empresa que o fabrica, este sistema foi testado por mais de 4.000 horas para garantir a sua fiabilidade e robustez em condições climáticas normais a severas (UAV Factory, 2016).

Utiliza um sofisticado sistema de recuperação por paraquedas e airbag para a aeronave garantindo que a aterragem proporcionada é bastante suave, reduzindo o risco de danos à aeronave ou a carga útil. O Penguin C usa ainda um algoritmo que estima o ponto de queda do paraquedas com base em várias condições de voo, muito importante nos casos em que o espaço disponível e o risco são fundamentais para o sucesso da operação. Apresenta uma vasta lista de opções de *payload* comercializadas sob a referência *Epsilon* (UAV Factory, 2016).



Figura 32 - Penguin C UAS

Fonte: (UAV Factory, 2016)

4.2.3.3. RAYBIRD-3 da SKYETON

Este sistema apresenta uma aeronave modular de asa fixa com a capacidade de operar de forma autónoma podendo ser montada e lançada a partir de uma catapulta em 15 minutos. Dispõe de um paraquedas e um *airbag* para garantir uma aterragem segura. Pode transportar uma carga útil de até sete kg, tornando-a uma plataforma versátil que pode fazer uma grande variedade de missões. É capaz de tempos de voo superiores a 15 horas e tem um limite de operação de 3.000 m. O motor de gasolina de quatro tempos fornece 3,5 cv e uma velocidade máxima de 160 km/h. Este RPAS é adequado para uma ampla gama de aplicações comerciais, incluindo agricultura de precisão, fotografia aérea, mapeamento e topografia, e busca e resgate. Este modelo pertence à empresa SKYETON de origem Ucraniana e está indicado para trabalhos de fotografia aérea e deteção de IF (SKYETON, 2017).



Figura 33 - RayBird-3 UAS

Fonte: (SKYETON, 2017)

4.2.3.4. STREAM C da THREOD SYSTEMS

A empresa Threod Systems com sede na Estónia desenvolve uma vasta gama de produtos tecnológicos nos quais se enquadra o RPAS Stream C. Este sistema tem capacidade para um peso máximo de 30 kg, sendo projetada a aeronave através de catapulta e recuperada por paraquedas. A aeronave irá dispor de um modelo com rodas, contudo esta versão apresenta-se mais versátil e manobrável devido à possibilidade de ser operada em espaços reduzidos. Apresenta uma autonomia máxima de oito horas e opera segundo um alcance de 150Km. Dispõe de sensores EO e *laser* montados em *payload* (THREOD SYSTEMS, 2017). Considerando os requisitos solicitados por sistema (duas aeronaves, *payload*, *groundstation*, catapulta, peças adicionais e formação) foi apontado um orçamento de 2,5 Milhões €.

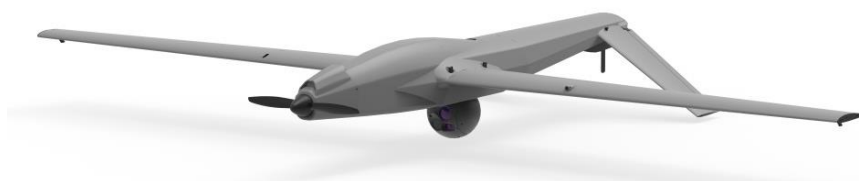


Figura 34 - STREAM C UAS

Fonte: (THREOD SYSTEMS, 2017)

4.2.3.5. AEROSONDE da TEXTRON SYSTEMS

Este sistema foi projetado para operações expedicionárias terrestres e marítimas, estando equipado para vídeo simultâneo durante período diurno e noturno e relé de comunicação. Este sistema é fabricado pela empresa Canadiana *Textron Systems* que conta já com uma experiência de mais de 25 anos no setor aéreo. Dispõe de uma autonomia de 14 horas e tem um alcance máximo de 140Km, necessitando de uma catapulta de dimensões consideráveis para ser lançada, por vezes montada em veículos (TEXTRON Systems, 2018).



Figura 35 - Aerosonde UAS

Fonte: (TEXTRON Systems, 2018)

4.2.3.6. SCANEAGLE da INSITU

A empresa Americana Insitu formou uma parceria com a empresa de tecnologia de gestão de recursos naturais FireWhat e a especialista em análise espacial ESRI¹¹, num consórcio que procurava arranjar uma solução de reconhecimento aéreo para combate a IF. Neste âmbito surgiu o sistema ScanEagle com *payload* destinado à deteção remota de IF, usando o sistema de informações geográficas (SIG) personalizado para bombeiros e hospedado na plataforma ArcGIS¹² da ESRI. O ScanEagle pode operar durante o dia e noite fazendo uso de câmaras EO durante a luz do dia e câmaras de IR para imagens noturnas. As operações de voo permitem a recolha, análise e processamento de dados para fornecer informações relevantes aos centros de decisão (INSITU, 2017).

As abrangentes capacidades analíticas espaciais do ArcGIS alavancam a capacidade deste sistema pelas diferentes perspetivas que dispõem. A passagem de imagem em tempo real para os centros de comando móveis terrestres com deteção térmica e tecnologia de IR utilizada em período noturno, penetra na escuridão, recolhe e divulga imagens estáticas georreferenciadas de pontos de interesse. A aeronave apresenta uma autonomia de 24 horas sendo lançada através de catapulta e recolhida mediante um gancho (INSITU, 2017). Este fabricante dispõe de uma vasta experiência consolidada na vertente da deteção de IF.

Dos sistemas analisados, este apresenta o maior empenhamento em missões de vigilância e deteção de IF. Considerando os requisitos solicitados por sistema (duas aeronaves, *payload*, *groundstation*, catapulta, peças adicionais e formação) foi apontado um orçamento de cerca de 1,5 Milhões €.



Figura 36 - ScanEagle

Fonte: (INSITU, 2017)

¹¹ Empresa americana especializada na produção de soluções para no domínio de informações geográficas.

¹² Sistema de informações geográficas para trabalhar com mapas e informações geográficas.

4.2.3.7. SKYLARK 3 da ELBIT SYSTEMS

O Skylark 3 é um sistema de aeronaves não tripuladas desenvolvido pela empresa Israelita Elbit Systems, que opera no ramo das tecnologias de defesa. Foi desenvolvido essencialmente para missões militares de ISTAR, para além de outras aplicações civis, como a segurança nas fronteiras e costeiras e operações antiterroristas. Este equipamento oferece uma ampla gama de refinamentos do sistema, incluindo um alcance de mais de 100km, autonomia de voo até seis horas e capacidade de carga útil até dez kg. Dispõe de um lançador pneumático, montado no chão ou acoplado em veículo. Pode ser equipado com câmaras que fornecem fotografias e imagens vídeo com leitura EO/IR podendo operar de dia e de noite e sob condições adversas. A aeronave incorpora um motor elétrico que minimiza o som e permite operar em longas distâncias e em altitudes elevadas. Tem a capacidade de atribuir duas aeronaves à mesma missão dentro da mesma GCS (Elbit Systems, 2018).



Figura 37 - Elbit Systems Skylark-3 light UAS

Fonte: (Elbit Systems, 2018)

4.2.3.8. WANDERB da BLUEBIRD AERO SYSTEMS

Este sistema apresenta-se como um revolucionário e avançado equipamento que opera alimentado a eletricidade ou por uma célula de combustível PEM (*Proton Exchange Membrane*) que funciona a hidrogénio, com bateria testada e comprovada com vários testes. É fabricado pela empresa Israelita BlueBird Aero Systems que opera no mercado desde 2002 e com diversas soluções nos domínios de aeronaves micro, mini e táticas com os complementos de *software*, GCS e lançadores.

A tecnologia empregue permite que seja totalmente autónomo, desde o ponto de partida até ao final do seu voo, com elevados padrões de fiabilidade. Combina um *payload*

estabilizado de câmara e/ou IR com *software* que permite a georreferenciação e transmissão em tempo real para a estação terrestre.

Apresenta-se com uma autonomia de seis horas com motor elétrico e dez horas caso movido a combustível, produzindo níveis muito reduzidos de decibéis. Não é necessária nenhuma pista pois o seu lançamento é feito de forma automática mediante um lançador e a recolha utiliza um paraquedas e um airbag.

O piloto automático calcula a velocidade e a altitude do vento ideal para que o WanderB ative o paraquedas dispondo de tecnologia para evitar que a aeronave seja arrastada pelo solo se o paraquedas for apanhado por uma rajada de vento. Pode ser utilizado em missões ISTAR, proteção de fronteiras, operações de segurança, missões de busca e resgate e proteção ambiental (BlueBird Aero Systems, 2018).



Figura 38 - WanderB e lançador

Fonte: (Elbit Systems, 2018)

4.3. Síntese Conclusiva

Existem poucos estudos acerca da utilização de RPAS na vigilância de IF que possam mencionar os principais elementos identitários da sua utilização em vigilância de espaços florestais. Ainda assim, podem ser apontadas algumas consequências, face à experiência do projeto VIANA e ao desenvolvimento e aplicação de diversas empresas criadoras de meios RPAS na vigilância de IF. Mediante a análise efetuada o sistema ScanEagle é o que dispõe de maior identificação com a deteção de IF.

A tabela seguinte resume as potencialidades e limitações da utilização de RPAS na vigilância de IF, que respondem diretamente à QD3.



Tabela 6 - Potencialidades e limitações da utilização de RPAS na vigilância de IF

POTENCIALIDADES
Garantem uma perspetiva de observação num prisma superior podendo identificar a chama diretamente
Possibilidade de aquisição de imagens em zonas sombra dos sistemas fixos
Não envolvem riscos para os operadores associados à propagação do fogo
São menos dispendiosos que os meios tripulados
Podem ser transportados facilmente para os locais que se pretendem observar
Podem ser utilizados para outros fins complementares, tais como monitorização ambiental e fiscalização de terrenos com falta de gestão de combustível
Capacidade de permanecer imóvel no mesmo ponto, permitindo monitorizar a evolução da ocorrência
Podem operar em período noturno quando outros meios aéreos deixam de operar
Possibilidade de recolha, gravação e visualização de imagem remotamente para investigação criminal
LIMITAÇÕES
Limitado período de operabilidade devido à autonomia
Decorrente de imposições legais, a operação de <i>RPAS</i> não pode ocorrer em determinados espaços aéreos
A falta de <i>transponder</i> das aeronaves pode colocar em perigo outras aeronaves
Dificuldade de operação mediante condições adversas
A transmissão de imagens está limitada em termos de distância, necessitando de uma <i>groundstation</i>
Alocação de equipas específicas com formação para operar estes meios

Fonte: (Autor, 2018)

No próximo capítulo serão apresentados e analisados os resultados obtidos pelas entrevistas efetuadas.



5. Apresentação e Análise de Resultados das entrevistas

Este capítulo visa apresentar a análise dos resultados das entrevistas semiestruturadas seguindo o guião do Apêndice D, que constituíram uma das técnicas de recolha de dados que utilizámos nesta investigação.

5.1. Seleção dos entrevistados

A seleção da amostra assentou no tipo intencional e não probabilística, com o objetivo de obter contributos de entidades ao nível político e estratégico. Foram selecionadas entidades com responsabilidades políticas na matéria, com reconhecida experiência no tema, com estatuto de perito, com estatuto académico e ainda entidades cuja atividade incide na vertente em estudo. Não foi possível realizar a entrevista delineada ao Eng.º Artur Tavares Neves, Secretário de Estado da Proteção Civil, tendo o seu chefe de gabinete alegado que “considera incompatível a resposta às questões com o exercício de funções da tutela do SEPNA da GNR”. Por indisponibilidade, não foi possível efetuar entrevista ao Sr.º Coronel António Paixão, Comandante Operacional Nacional da Autoridade Nacional de Proteção Civil.

Os diversos patamares de decisão em que estão inseridos os entrevistados possibilitou a obtenção de perspetivas diferentes ajustadas à visão de cada um face ao tema, permitindo a obtenção de conclusões robustas.

Tabela 7 - Painel de Entrevistados

	Identificação	Função	Organismo	Data
E1	Eng.º Tiago Martins de Oliveira	Presidente da Estrutura de Missão para a instalação do Sistema de Gestão Integrada de Fogos Rurais - 2017	AGIF	15FEV18
E2	Eng.º Luis Silva	Coordenador do projeto “CICLOPE” Sistema Integrado de Monitorização Remota de Grandes Áreas	INOV	23FEV18
E3	Eng.º Francisco Castro Rego	Coordenador do Centro de Ecologia Aplicada Professor Baeta Neves (CEABN), do Instituto Superior de Agronomia (ISA)	ISA	27FEV18
E4	Eng.º Rui Almeida	Chefe da Divisão de Defesa da Floresta e Valorização de Áreas Públicas do ICNF	ICNF	01MAR18
E5	Eng.º Jorge Gomes	Ex Secretário de Estado da Proteção Civil	AR	01MAR18
E6	TGen Luís Francisco Botelho Miguel	2.º Comandante Geral da GNR	GNR	01MAR18
E7	Eng.º Pedro Petiz e MGen Rui Moura	<i>Chief Executive Officer</i> e Conselho de Administração	TEKEVER	09MAR18

Fonte: (Autor, 2018)

Para interpretação das respostas foi construída uma grelha contendo os segmentos de resposta apontados (ver Apêndice E), segundo os excertos das entrevistas (ver Apêndice F). Posteriormente foi feita uma análise quantitativa onde se apreciaram os pesos relativos de cada segmento de resposta, no sentido de encontrar opiniões comuns entre entrevistados.



Paralelamente, realizou-se uma observação qualitativa das respostas, para apreciação de aspetos menos consolidados na fase analítica documental. Assim, cada resposta contém uma matriz de análise quantitativa, seguido de uma interpretação qualitativa.

5.2. Análise dos resultados

Tabela 8 – Resultados Questão 1

1. Quais são os principais constrangimentos que a Rede Nacional de Postos de Vigia (RNPV) apresenta para a vigilância e deteção de ocorrências de Incêndio Florestal?								
Segmento Resposta	Entrevistado							Percentagem (%)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	
1.1- Má localização dos PV	X		X					29 %
1.2- Deficiente formação dos operadores dos PV		X		X	X	X		57 %
1.3- Gozo de férias decorrentes de direitos	X			X				29 %
1.4- Reduzidos níveis de atenção na vigilância		X	X	X	X		X	71 %
1.5- Outros				X	X	X	X	57 %

Fonte: (Autor, 2018)

Da análise das respostas efetuadas, 71% dos entrevistados entendem que os reduzidos níveis de atenção dos operadores de PV constitui o principal constrangimento da RNPV na vigilância e deteção de IF, à qual se segue a deficiente formação dos operadores segundo mais de metade dos entrevistados. Dos restantes constrangimentos apontados destaca-se que apenas dois entrevistados apontam a má localização dos PV e também no segmento “outros” o registo ao carácter estanque dos PV, sugerindo-se por exemplo, a deslocalização em função da mobilidade das ocorrências.

Diversos entrevistados apontam que os PV deveriam estar munidos de equipamentos tecnológicos de vigilância para apoio dos operadores, mitigando o cansaço visual dos mesmos, bem como equipamentos de medição da temperatura do vento e outros elementos relevantes. Consideram alguns entrevistados que devem ser feitas escalas mais rotativas bem como haverá um maior investimento na formação e atratividade da função de operador de PV.

Tabela 9 - Resultados Questão 2

2. Considera adequada a atual estrutura da RNPV ao Território Nacional? Deve ser aumentada ou reestruturada?								
Segmento Resposta	Entrevistado							Percentagem (%)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	
2.1- A RNPV está adequada ao Território Nacional	X		X					29 %
2.2- A RNPV deve ser aumentada								0 %
2.3- A RNPV deve ser reestruturada		X		X	X	X		57 %

Fonte: (Autor, 2018)



Desta questão destaca-se o facto de nenhum entrevistado ter defendido o aumento da RNPV. Contudo, mais de metade dos entrevistados defende a reestruturação da RNPV em contraponto com o E1 e o E3 que referem que se encontra adequada ao TN. O E2 que está associado a um SV, defende a reformulação da RNPV com base na combinação das potencialidades das duas soluções (humana e automática), permitindo aumentar tanto a cobertura e disponibilidade como a resiliência a falhas. O E6 defende ainda a amovibilidade dos PV e a sua implantação em pontos chave em função da análise de diversos fatores (área ardida, vegetação, ocorrências, etc.) decorrentes da campanha anual de incêndios equacionando novas localizações para que a RNPV seja rentabilizada.

Tabela 10 - Resultados Questão 3

3. Os sistemas de videovigilância já a operar nalguns locais de Portugal dão resposta às necessidades de vigilância florestal? Porquê?								
Segmento Resposta	Entrevistado							Percentagem (%)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	
3.1- Os sistemas de videovigilância dão resposta		X						14 %
3.2- Não, devido à sua insuficiente implantação			X		X			29 %
3.3- Não, devido ao elevado n.º de falsos alertas	X		X	X				43 %
3.4- Não, devido à necessidade de confirmação			X			X	X	43 %
3.5- Não, devido à falta de complemento no local	X			X			X	43 %

Fonte: (Autor, 2018)

Apenas o coordenador de um SV menciona que estes sistemas respondem às necessidades de vigilância florestal, aludindo os restantes entrevistados que estes SV carecem de fiabilidade, pressupõem a ajuda humana para confirmação de deteções e necessitam de ser complementados localmente. Dois entrevistados mencionam que apenas a sua insuficiente implantação prejudica a resposta às necessidades de vigilância florestal. O E4 afirma inclusivamente que o aumento do investimento em videovigilância visto numa perspetiva não integrada com todas as outras componentes de vigilância, é um desperdício.

Tabela 11 - Resultados Questão 4

4. Quais as principais potencialidades que traria a introdução de um sistema nacional de videovigilância de Incêndios Florestais?								
Segmento Resposta	Entrevistado							Percentagem (%)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	
4.1- Malha mais densa de observação	X		X					29 %
4.2- Maior apoio à monitorização e decisão estratégica	X	X		X				43 %
4.3- Centralização da vigilância e deteção em operacionais		X			X	X		43 %
4.4- Outros			X		X		X	43 %

Fonte: (Autor, 2018)



Os entrevistados foram instados a pronunciar-se relativamente à adoção de um sistema nacional de videovigilância de IF em alternativa aos sistemas isolados que vão sendo instalados. Neste sentido, a centralização operacional e a disponibilização de maior apoio à monitorização e decisão estratégica foram as principais vantagens apontadas. Todavia, foi mencionado que os sistemas de videovigilância estão bastante experimentados em meio urbano onde os alvos de valor estão circunscritos não se passando o mesmo em meio rural em que as ameaças estão muito difusas.

Tabela 12 - Resultados Questão 5

5. Quais as principais potencialidades que traria a introdução de uma vigilância de espaços florestais assentes em Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS)?								
Segmento Resposta	Entrevistado							Percentagem (%)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	
5.1- Cobertura de um território mais vasto	X					X		29 %
5.2- Utilização em período noturno	X						X	29 %
5.3- Possibilidade de utilização em ações de fiscalização					X		X	29 %
5.4- Possibilidade de monitorização de IF em tempo real	X						X	29 %
5.5- Possibilidade de captar de imagens em zonas sombra		X			X			29 %
5.6- Encargos de operação/manutenção elevados			X	X				29 %
5.7- Outros					X			14 %

Fonte: (Autor, 2018)

No que concerne aos meios RPAS, as opiniões divergiram relativamente às suas potencialidades de vigilância, não se destacando uma que fosse apontada por um maior número de entrevistados. Esta situação poderá traduzir uma falta de referências de exemplos concretos em que sejam aplicados estes meios em vigilância e deteção de IF pelo menos quando analisada a realidade nacional.

Tabela 13 - Resultados Questão 6

6. Na sua opinião seria mais ajustado complementar a RNPV com SV, com RPAS ou adoção em exclusividade deste último para vigilância de espaços florestais?								
Segmento Resposta	Entrevistado							Percentagem (%)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	
6.1- Utilização de RPAS complementarmente à RNPV	X							14 %
6.2- Utilização em exclusivo da RNPV				X				14 %
6.3- Utilização complementar de RNPV com SV								0 %
6.4- Utilização da RNPV com o apoio da população local	X							14 %
6.5- Utilização de RPAS e SV complementarmente à RNPV		X	X			X	X	57 %
6.6- Outros					X			14 %

Fonte: (Autor, 2018)



Mais de metade dos entrevistados (57%) consideram mais ajustado complementar a RNPV com RPAS e SV, maximizando cada meio em função da área onde vai ser empenhado, e assegurando a complementaridade desejada em termos de cobertura. Vários foram os entrevistados que apontaram neste momento, uma deficiente capacitação tecnológica dos SV e RPAS, para vigilância e deteção de IF, pelo que é prematura a adoção em exclusividade de qualquer um destes meios para vigilância de espaços florestais.



Conclusões

A análise e reflexão crítica decorrentes desta investigação visam almejar o OG - Avaliar de que modo o emprego de meios tecnológicos de vigilância pode contribuir para a redução de ocorrências e deteção de Incêndios Florestais em Portugal. Partiu-se da caracterização da vigilância convencional assente na RNPV, passou-se pelo exame dos SV utilizados em Portugal e culminou-se com a compulsão de diversos meios RPAS de referência na área da videovigilância de espaços florestais identificando-se as suas principais potencialidades e fragilidades.

Para tal foram consultadas diversas fontes bibliográficas, alusivas à temática estudada, que permitiram sedimentar a abordagem utilizada. Existiu uma preocupação constante de inculcar um cariz prático à investigação com a interpretação de elementos estatísticos concretos, aliada à experiência e conhecimento de diversas entidades com mérito reconhecido nesta vertente. A estratégia de investigação adotada foi na sua essência de índole qualitativa, atendendo à realização de entrevistas exploratórias a políticos, académicos e decisores com experiência e conhecimentos reconhecidos.

Foi, contudo, efetuada uma análise estatística comparada entre dois distritos onde está implementada a videovigilância florestal e dois distritos onde esta não existe. Foi seguido um raciocínio indutivo, especialmente na fixação do quadro da identificação das potencialidades e fragilidades identificadas.

Foram analisadas as estatísticas relativas a IF em Portugal nos anos de 2014, 2015 e 2016, apurando-se que mais de metade das ocorrências de incêndio acontecem nos meses de julho, agosto e setembro. No que concerne ao período horário, a maioria das ignições tem início entre as 12 e as 19 horas.

Verificou-se que em Espanha, a vigilância terrestre fixa convencional é considerada o sistema essencial de deteção de incêndio sendo complementada pela vigilância móvel e por sistemas de videovigilância de responsabilidade das Comunidades. É complementada com vigilância aérea convencional, dispondo atualmente de quatro aeronaves pilotadas remotamente para deteção de IF. Esta estrutura de vigilância florestal merece apreciação positiva atendendo à menor percentagem ardida e ao menor número de IF que regista genericamente desde 2009 a 2016 face a Portugal.

Em resposta à QD1, depois de examinadas as fontes de alerta de IF, concluiu-se que os populares com cerca de 40% são a fonte que mais contribui para a deteção de ignições, resultando do advento recente das redes de telecomunicações móveis que criam a sensação



de uma aparente diminuição da eficácia de deteção dos PV localizados nessas regiões, seguindo-se a via telefone com cerca de 30%, outras fontes com cerca de 10%, os PV com cerca de 7%, e os sapadores florestais.

Mesmo durante o período de funcionamento pleno da RNPV (julho, agosto e setembro) os populares detetam 33 a 54% das ignições e os PV detetam entre 9 a 14%. Considerando os distritos de Leiria e Castelo Branco que possuem SV, comprovou-se que em 2016 apenas cerca de 7% dos alertas podem ser atribuídos àqueles em contraponto com os cerca de 20% registados pelos PV existentes nestes distritos. Infere-se que a percentagem de deteções dos SV é bastante reduzida quando comparada com as outras fontes, não se assumindo como uma verdadeira alternativa para substituição da RNPV.

Verificou-se que a RNPV é operada maioritariamente por indivíduos reformados, trabalhadores agrícolas, desempregados com baixa qualificação, constituindo um emprego sazonal. Alguns PV estão degradados e carecem de equipamentos mais funcionais e atualizados, sendo necessário relocalizar alguns destes PV para locais com maior área visionada, atendendo que 28% do território não é coberto pela RNPV.

Os SV para deteção de IF existentes no nosso país são três, cobrindo cerca de 22% do TN. Caso se optasse por uma cobertura de SV semelhante à atual RNPV seria necessário um investimento de cerca de 13 Milhões €. Se a opção fosse a cobertura de todo o TN, exigiria um investimento de 21 Milhões €. Cada SV utiliza tecnologias de sensor distintas variando entre espectroscopia ótica, deteção visual, deteção mediante IR e ainda sistema LiDAR.

Em resposta à QD2, para garantir mais valias face à RNPV instalada, os SV devem satisfazer os seguintes requisitos operacionais: cobrir áreas sombra e com menor cobertura por parte da RNPV; baixo custo por hectare vigiado na sua implementação, operação e manutenção; deteção precoce de incêndios; geração automática de alertas; garantir fiabilidade nos alertas gerados; dispor de um período alargado de vida útil; dispor de uma sólida rede de comunicações para uma estação central distrital.

Dos três SV analisados, o mais representativo -CICLOPE- cobre cerca de 20% do TN mas necessita de monitorização pois não está a gerar alertas automáticos, implicando mobilização de recursos humanos que se pressuponham dispensáveis nestes SV. Apenas o SV instalado na zona de Sintra efetua deteção automática com alarme.

No quarto capítulo e em resposta à QD3, concluiu-se que constituem potencialidades dos meios RPAS: perspetiva de observação num prisma superior; poucos riscos para os operadores; custos de operação inferiores aos meios tripulados; facilidade de transporte para



os locais de operação; utilização para outros fins complementares; capacidade de permanecer imóvel para monitorizar a evolução da ocorrência; possibilidade de operação em período noturno; possibilidade de recolha, gravação e visualização de imagem remotamente. No que concerne às limitações identificaram-se: limitado período de operabilidade; a sua operação não pode ocorrer em determinados espaços aéreos; falta de *transponder* das aeronaves pode colocar em perigo outras aeronaves; transmissão de imagens está limitada em termos de distância; alocação de equipas específicas com formação para operar estes meios.

Concomitantemente, no quinto capítulo, mediante a análise realizada às entrevistas, foram confirmadas respostas a parte das QD e retirados preciosos contributos para conclusões e recomendações.

Analisando a média dos anos 2006-2015 verificamos que por cada ocorrência são consumidos em média 3,98 ha em Portugal, justificando-se mais que nunca um investimento sério em vigilância para garantir a dissuasão e consequente redução do número de ocorrências, bem como na deteção precoce para que a ocorrência possa ser combatida no menor espaço de tempo possível.

Em zonas menos habitadas e nas situações de períodos do dia em que as pessoas não estão tão ativas, existe vantagem competitiva dos PV, contudo a visão humana apresenta cansaço, falta de acuidade visual e deficientes níveis de atenção nestas tarefas. A RNPV apresenta-se globalmente bem estruturada, necessitando apenas de modernização e reequipamento, bem como o reposicionamento e reestruturação de alguns PV “menos valiosos” e que apresentam baixo grau de cobertura.

A incorporação de meios tecnológicos ao serviço da vigilância florestal não pode ser apenas um somatório de meios, devendo ser feita uma integração harmonizada de acordo com uma estratégia global e analisada qual(is) a(s) componente(s) que melhor se adapta(m) num determinado espaço territorial, juntamente com métodos convencionais de vigilância.

Os meios tecnológicos de maior relevância são os SV que cobrem já cerca de 22% do TN, contudo são fruto de projetos isolados, instalados em função da disponibilização de financiamento e das vontades/necessidades das CIM, cobrindo zonas já vigiadas e sobrepostas aos PV, criando-se duplicação de meios e possíveis desperdícios de recursos. A falta de fiabilidade nos alertas apontados e a necessidade de intervenção humana são as principais fragilidades que os SV que operam em Portugal ostentam e que importa debelar para se apresentarem como uma solução credível de vigilância florestal.



Após análise dos SV pode afirmar-se que os mais rápidos na deteção são os que combinam as tecnologias de sensores térmicos e LiDAR. Considerando a falta de cobertura pela RNPV de partes do TN a instalação de SV deveria ser iniciada em zonas não cobertas e com maior número de ocorrências.

As tecnologias utilizadas por meios RPAS experimentaram muitos avanços ao nível técnico e uma significativa redução de custos, pelo que existem exemplos de utilizações bem-sucedidas na vigilância e deteção de IF em Espanha, Austrália, Estados Unidos da América e em testes em Portugal. Considerando os custos envolvidos e tempo de operação, podem ser uma solução complementar para meses e períodos específicos do dia com maior número de ocorrências, aumentando a probabilidade de deteção precoce de IF.

Decorrente da pesquisa efetuada, aliada à análise crítica das entrevistas realizadas foram identificadas diversas potencialidades e fragilidades aos diversos meios de vigilância utilizados, sumarizados no quadro do Apêndice G. Foi construído um quadro comparativo entre a RNPV, SV e RPAS no que concerne a diversos itens considerados relevantes para este estudo (Apêndice H), sendo de destacar os resultados mais vantajosos dos meios RPAS em bastantes parâmetros como a baixa frequência de falsos alertas e o baixo tempo de deteção, saindo penalizados nos custos monetários associados.

Estando respondidas as três QD previamente fixadas, aliando-se os *inputs* fornecidos pelas entrevistas, pode dizer-se que se encontram reunidas as condições para resposta cabal à QC, atingindo-se o objetivo geral da investigação.

Neste contexto, os meios tecnológicos devem ser utilizados como complemento dos recursos convencionais apontando sempre à rentabilização de meios e potenciação dos resultados. A instalação de SV ao contrário da linha que está a ser seguida, deve privilegiar a cobertura dos 28% do território continental que não está coberto por PV e os 31% de área que apenas está coberta por um PV e serão apenas mais valia se forem capazes de detetar automaticamente ignições num tempo máximo de cinco minutos. A eventual utilização de aeronaves da FAP com sistemas de deteção sugere-se apenas em situações de calamidade pública preventiva e em dias cuja probabilidade de ocorrerem eventos extremos seja elevada, tal como sucedeu em agosto e outubro de 2017, porquanto os valores/hora desaconselham a sua utilização de forma mais ampla.

Face às potencialidades identificadas no empenho de meios RPAS na vigilância florestal e a força dissuasora da sua presença julga-se relevante a aquisição e distribuição de oito sistemas RPAS de acordo com a organização de dois ou três distritos, em função da área

a vigiar, segundo uma área entre 6700 a 15200 Km² num orçamento total estimado em cerca de 16-18 Milhões € conforme figura seguinte. Deve ser equacionada a existência de um sistema extra de prevenção para fazer face a eventuais problemas.



Figura 39 - Proposta de distribuição dos sistemas RPAS

Fonte: (Autor, 2018)

Seguindo a fórmula proposta por fabricantes cada sistema poderia dispor de duas aeronaves, equipadas com sensores de infravermelhos e uma câmara na gama do visível que permitisse a visualização de imagens em tempo real. A operação destes meios seria realizada segundo o racional *intelligence led policing*¹³ seguindo o historial do risco de ignições conferido pelos *heat maps*¹⁴ do ICNF, durante os meses de maio a setembro entre as 12 e as 19 horas, período que apresenta historicamente um maior número de ocorrências. Estes equipamentos funcionariam noutros períodos para outras funções como fiscalização de terrenos com falta de gestão de combustível permitindo menor empenho de recursos humanos nesta tarefa e ultrapassar dificuldades orográficas. Dos sistemas analisados, o SCANEAGLE apresenta o maior empenhamento em missões de vigilância e deteção de IF.

¹³ Orientação do esforço de policiamento guiado pelas informações.

¹⁴ Mapas de calor com representações visuais dos locais de risco de incêndio.

Atendendo à ineficácia operacional e à impossibilidade financeira de implementar um único meio tecnológico para realizar vigilância florestal em todo o TN, a recomendação principal centra-se na inclusão e utilização de uma abordagem integrada dos meios de vigilância de acordo com o esquema apresentado na Figura 40, suportando-se no apoio prestado por populares (sociedade civil) e vigilância móvel terrestre, sendo o meio base por excelência a RNPV, complementada pelos SV nas zonas não vigiadas e meios RPAS em períodos com mais ocorrências.

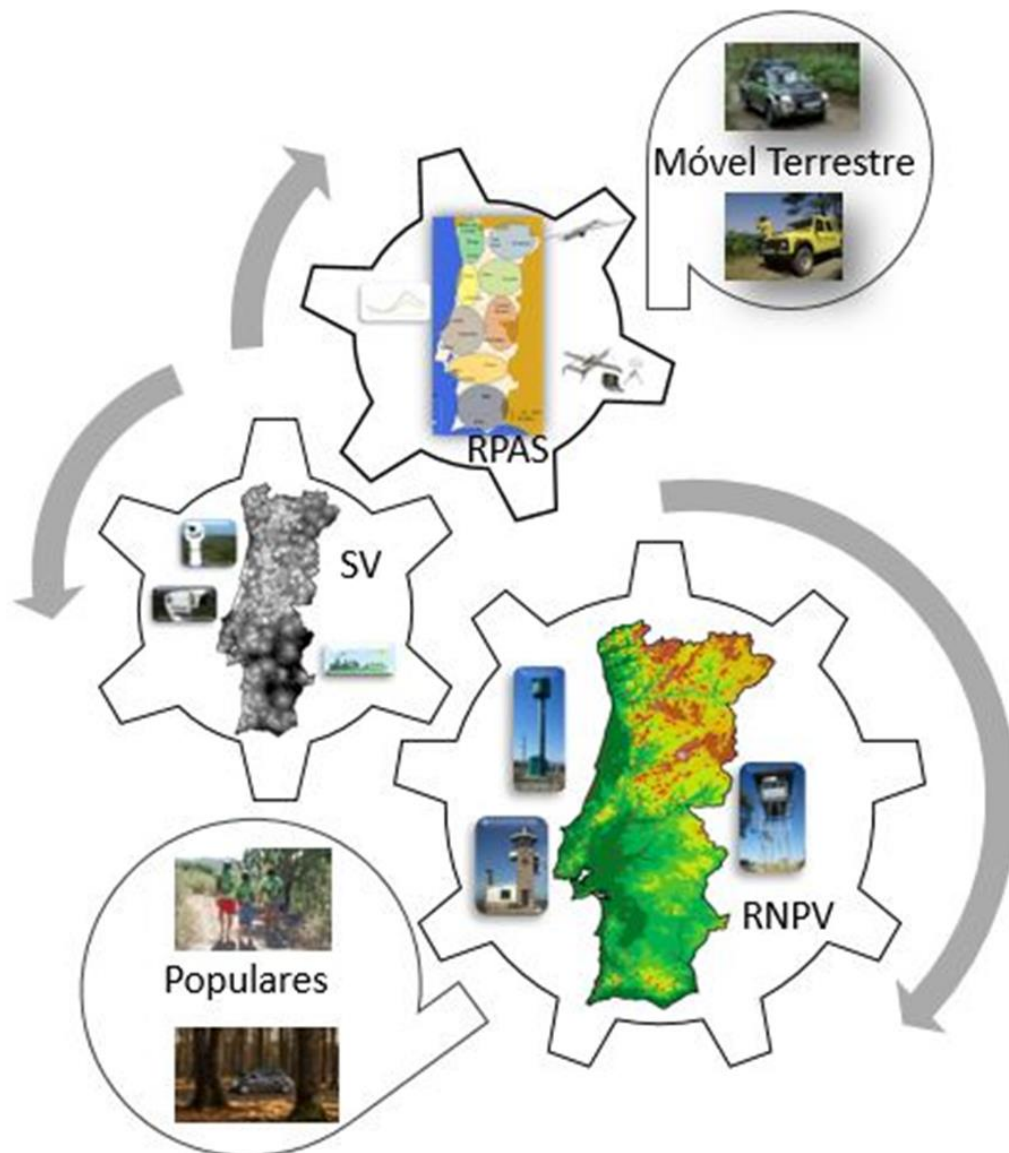


Figura 40- Esquema de empenhamento de meios de vigilância florestal

Fonte: (Autor, 2018)

Desta forma, os meios tecnológicos podem revestir-se como uma importante ferramenta na vigilância florestal e na deteção precoce dos incêndios, para garantir uma capacidade de resposta maximizada ao dispositivo.



O emprego de meios tecnológicos pode colaborar para contrariar a dificuldade de contratação de recursos humanos na RNPV e para debelar os deficientes níveis de atenção dos operadores dos PV.

Relativamente às limitações identificadas decorrentes da presente investigação, prendem-se sobretudo com a recolha de estatística fidedigna de deteções de IF por meio de SV e análise de casos concretos de aplicação de RPAS para deteção de IF. Para além destes pontos, constituiu dificuldade acrescida o facto de ser um tema atual na agenda política sendo permanente a evolução legislativa e doutrinária, motivo pelo qual quer por parte da comunicação social quer pela AR, surgiram constantes atualizações de conceitos, procedimentos e dinâmicas que dificultaram o estudo do tema.

Atento ao esforço realizado e tendo em vista implementar melhorias na vigilância florestal, sugere-se uma linha de investigação que analise de forma circunstanciada o sistema RPAS mais adequado ao nosso país em função dos custos envolvidos.



Bibliografia

- Almeida, R. & Vieira, P., 2017. *Forest Fire Finder – DOAS application to long-range forest fire detection*. [Em Linha] Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/317818710_Forest_Fire_Finder_-_DOAS_application_to_long-range_forest_fire_detection [Acedido em 02 Mar. 2018].
- Alves, P. M. d. C., 2012. *Probabilidade de Ignição e Suscetibilidade de Incêndios Florestais*. Porto: Universidade do Porto.
- ANAC, s.d. s.l.:s.n.
- ANPC, 2017. *Diretiva Operacional n.º 2 - Dispositivo Especial de Combate a Incêndios Florestais*. Carnaxide: Autoridade Nacional de Proteção Civil.
- AR, 2012. *Regula a utilização de câmaras de vídeo pelas forças e serviços de segurança em locais públicos de utilização comum (alt. à Lei n.º 1/2005, de 10 de janeiro)*. Lisboa: Diário da República.
- AR, 2016. *Aprova as condições de operação aplicáveis à utilização do espaço aéreo pelos sistemas de aeronaves civis pilotadas remotamente (Regulamento n.º 1093/2016 de 24 de novembro)*. Lisboa: Diário da República.
- AR, 2017. *Sistema de Defesa da Floresta contra Incêndios (Lei n.º 76/2017 de 18 de agosto)*. Lisboa: Diário da República.
- Austin, R., 2010. *Unmanned Aircraft Systems: UAVS Design, Development and Deployment*. 1ª ed. Chichester: Wiley.
- BlueBird Aero Systems, 2018. *WanderB*. [Em Linha] Disponível em: <http://www.bluebird-uav.com/wanderb/> [Acedido em 15 Mar. 2018].
- Cardoso, M. A. M., 2008. *Estudo no âmbito RAMS sobre a fiabilidade e conceito de manutenção aplicável ao sistema UAV Skyguardian*. Covilhã: Universidade da Beira Interior.
- Casbeer, D. W. & Beard, R. W., 2005. *Forest fire monitoring with multiple small UAVs*. [Em Linha] Disponível em: <https://scholarsarchive.byu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2513&context=facpub> [Acedido em 25 Fev. 2018].
- Castro, C. F. d. et al., 2003. *Combate a Incêndios Florestais*. 2ª ed. Sintra: Escola Nacional de Bombeiros.



- Comissão Técnica Independente, 2018. *Avaliação dos Incêndios ocorridos entre 14 e 16 de outubro de 2017 em Portugal Continental*, Lisboa: Assembleia da República.
- Conceito, 2011. *Recursos Tecnológicos*. [Em Linha] Disponível em: <https://conceito.de/recursos-tecnologicos> [Acedido em 15 Nov. 2017].
- Costa, J. P. M. d., 2016. *Sistemas de apoio à decisão na prevenção e combate a incêndios florestais*. Porto: Universidade do Porto.
- COTEC Portugal, 2005. *Vigilância florestal, deteção e alerta de incêndios florestais e apoio a sistemas de combate*. [Em Linha] Disponível em: <http://www.cotecportugal.pt/pt/artigos/vigilancia-florestal-deteccao-e-alerta-de-incendios-florestais-e-apoio-a-sistemas-de-combate/> [Acedido em 19 Out. 2017].
- COTEC/ADAI, 2005. *Incêndios Florestais Estudo sobre sistemas de Vigilância de Incêndios Florestais*, Lisboa: COTEC.
- CTI, 2017. *Análise e apuramento dos factos relativos aos incêndios que ocorreram em Pedrógão Grande, Castanheira de Pêra, Ansião, Alvaiázere, Figueiró dos Vinhos, Arganil, Góis, Penela, Pampilhosa da Serra, Oleiros e Sertão entre 17 e 24 de junho de 2017*, Lisboa: Assembleia da República.
- DGF, 2009. *Rede Nacional de Postos de Vigia*. [Em Linha] Disponível em: http://scrif.igeo.pt/ASP/postos_f.asp [Acedido em 27 Fev. 2018].
- DGRF, 2006. *Incêndios Florestais - Relatório de 2005*. [Em Linha] Disponível em: <http://www.icnf.pt/portal/florestas/dfci/Resource/doc/rel/if-rel2005.pdf> [Acedido em 6 Nov. 2017].
- DSEPNA/GNR, 2017. *Relatório Anual Floresta Segura 2016*, Lisboa: GNR.
- Elbit Systems, 2018. *Skylark 3*. [Em Linha] Disponível em: <http://elbitsystems.com/products/uas/skylark-3/> [Acedido em 18 Mar. 2018].
- FAP, 2017. *Força Aérea deteta 13 focos de incêndio*. [Em Linha] Disponível em: <http://www.emfa.pt/www/noticia-1560-forca-aerea-deteta-13-focos-de-incendio> [Acedido em 22 Fev. 2018].
- Guerra, I. C., 2010. *Pesquisa qualitativa e análise de conteúdo: sentidos e formas de uso*. Cascais: Princípia.
- ICNF, 2013. *IFN6 – Áreas dos usos do solo e das espécies florestais de Portugal*. Lisboa: Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, I.P. .



- ICNF, 2017. *Importância económica da Fileira Florestal*. [Em Linha] Disponível em: <http://www.icnf.pt/portal/florestas/fileiras/econ#relatorio-sintese> [Acedido em 6 Nov. 2017].
- ICNF, 2017. *Relatório Anual da áreas ardidas e Incêndios Florestais em Portugal Continental*, Lisboa: ICNF.
- INESC Inovação/ADISA, 2004. *Relatório da Análise da Cobertura da Rede Nacional de Postos de Vigia*, Lisboa: INESC/ADISA.
- INESC, 2005. *Análise da Rede Nacional de Postos de Vigia em Portugal*, Lisboa: INOV/ADISA.
- INOV-INESC Inovação, 2005. *Projecto de um Sistema Nacional de Videovigilância Florestal*, Lisboa: INOV.
- INOV-INESC Inovação, 2017. *CICLOPE/INOV*. [Em Linha] Disponível em: <http://www.inov.pt/index/projetos/184-ciclope.html> [Acedido em 20 Out. 2017].
- INSITU, 2017. *Insitu, FireWhat, Esri Join Forces in Fighting Wildfires With Eyes in the Sky*. [Em Linha] Disponível em: <https://insitu.com/press-releases/Insitu-FireWhat-Esri-Join-Forces> [Acedido em 15 Mar. 2018].
- IQ Wireless GmbH, s.d. *FireWatch*. [Em Linha] Disponível em: <http://www.fire-watch.de/system-overview> [Acedido em 23 Fev. 2018].
- IQ wireless GmbH, s.d. *FireWatch - Early Detection of Forest Fires for Large Areas*. [Em Linha] Disponível em: <http://www.iq-wireless.com/en/firewatch> [Acedido em 26 Fev. 2018].
- Junta de Andalucia, s.d. *Plan Infoca*. [Em Linha] Disponível em: https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques_Tematicos/Patrimonio_Natural_Usos_Gestion/Montes/Incendios_Forestales/plan_infoca/Cap11_sistema_vigilancia_deteccion.pdf [Acedido em 21 Out. 2017].
- Krstinic, D., Stula, M. & Seric, L., 2012. *Intelligent forest fire monitoring system*. [Em Linha] Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/251226635_Intelligent_forest_fire_monitoring_system [Acedido em 23 Fev. 2018].
- La Opinión, 2017. *Los incendios bajan un 65% por las cámaras de vigilancia*. [Em Linha] Disponível em: <http://www.laopiniondezamora.es/comarcas/2017/05/22/incendios-zona-bajan-65-control/1007182.html> [Acedido em 22 Out. 2017].



- Lemos, L. C. M., 2015. *Estudo comparativo de tecnologias para detecção precoce de incêndios florestais em áreas de reflorestamento no Brasil*, Belo Horizonte: Universidade FUMEC.
- LUSA, 2014. *Sistema de detecção de incêndios no Gerês emitiu mais de 1300 falsos alarmes*. [Em Linha] Disponível em: <https://www.publico.pt/2014/10/07/local/noticia/sistema-de-deteccao-de-incendios-no-geres-emitiu-mais-de-1300-falsos-alarmes-1672159> [Acedido em 04 Mar. 2018].
- MAI, 2018. *Utilização de sistemas de vigilância por câmaras de vídeo pelas forças e serviços de segurança em locais públicos*. Lisboa: Diário da República.
- Merino, L. et al., 2012. An Unmanned Aircraft System for Automatic Forest Fire Monitoring and Measurement. *Journal of Intelligent & Robotic Systems manuscript*, Volume 65, pp. 533-548.
- NATO, 2013. *NATO Glossary of Terms and Definitions*. [Em Linha] Disponível em: http://wcnjk.wp.mil.pl/plik/file/N_20130808_AAP6EN.pdf [Acedido em 15 Mar. 2018].
- NGNS-IS, 2014. *Forest Fire Finder*. [Em Linha] Disponível em: <http://www.ngns-is.com/> [Acedido em 26 Nov. 2017].
- PEFC, 2017. *Floresta Portuguesa*. [Em Linha] Disponível em: <https://www.pefc.pt/certificacao-gfs/introducao/floresta-portuguesa> [Acedido em 28 Fev. 2018].
- Pessoa, M. F. F. L., 2017. *Remotely Piloted Aircraft Systems: O papel da Guarda Nacional Republicana na fiscalização de utilizadores e "Fly/no Fly Zones" no Espaço Nacional*, Pedrouços: Instituto Universitário Militar.
- Pordata, 2018. *Incêndios Florestais e Área Ardida*. [Em Linha] Disponível em: <https://www.pordata.pt/DB/Europa/Ambiente+de+Consulta/Gr%C3%A1fico> [Acedido em 12 Mar. 2018].
- Postman, N., 1994. *Tecnopolia - Quando a cultura se rende à tecnologia*. 2.^a ed. Lisboa: Difusão Cultural.
- Poveda, J. C. M., 2016. *Procesamiento de mágenes mediante el uso de un vehículo aéreo no tripulado (UAV) para el monitoreo y deteccion de incendios forestales*, Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
- Público, 2015. *Falcões e águias da GNR em teste final para caçar incêndios nos céus do Gerês*. [Em Linha] Disponível em:



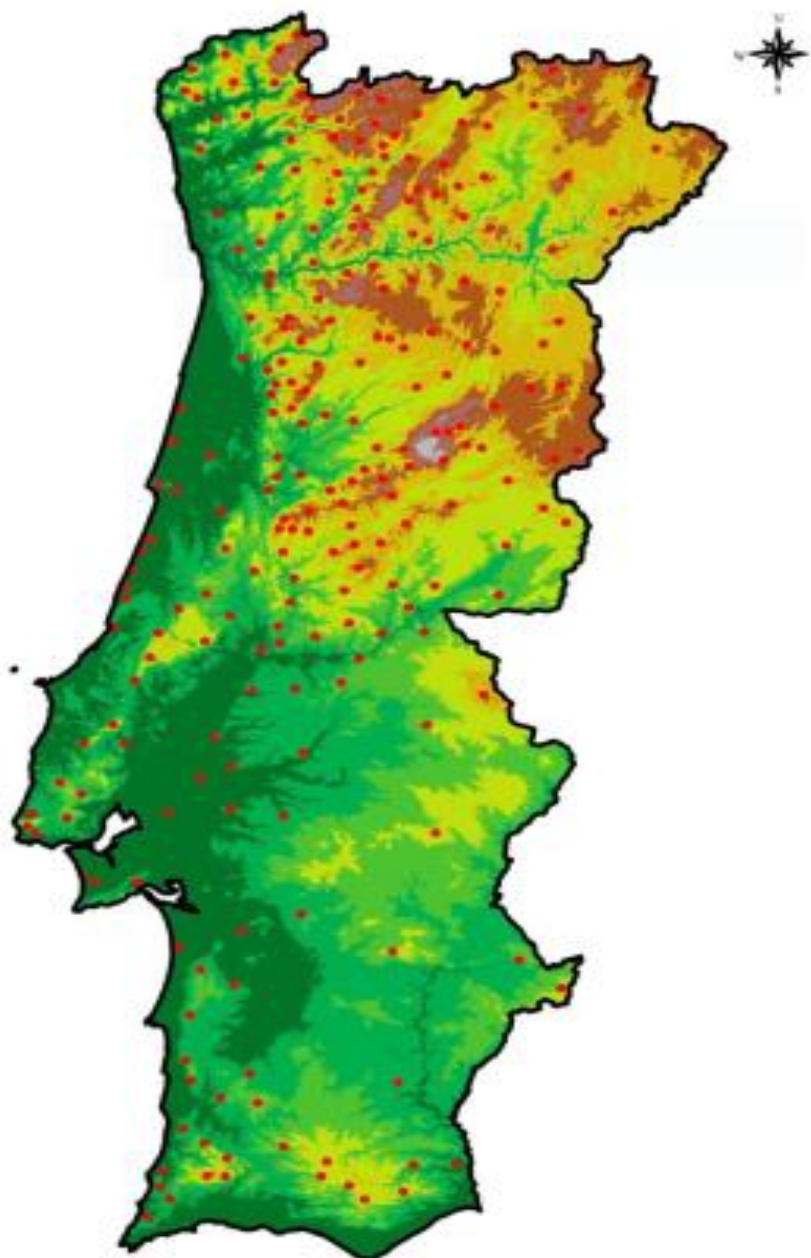
- <https://www.publico.pt/2015/03/15/sociedade/reportagem/falcoes-e-aguias-da-gnr-em-testes-finais-para-cacar-incendios-nos-ceus-dos-geres-1689184> [Acedido em 15 Jan. 2018].
- Rees, C., 2016. *Elbit Systems Announces Skylark 3 Mini-UAS*. [Em Linha] Disponível em: <http://www.unmannedsystemstechnology.com/2016/02/elbit-systems-announces-skylark-3-mini-uas/> [Acedido em 15 Mar. 2018].
- Rego, F. C., 2016. A Defesa da Floresta Contra Incêndios (DFCI). Em: *Agricultura, Floresta e Desenvolvimento Rural*. Lisboa: IESE - Instituto de Estudos Sociais e Económicos, pp. 139-145.
- Reis, M. F., 2017. Este ano a área ardida já é a maior de que há registo. Equivale a 44 "Lisboas". *Jornal i*, 19 outubro.
- Relvas, P., Silva, L. & Almeida, J., 2005. *Projeto de um Sistema Nacional de Videovigilância Florestal*, Lisboa: INOV, INESC Inovação - Instituto de Novas Tecnologias.
- Ribeiro, M. I. M., 2014. *Prevenção e deteção de Incêndios Florestais: Análise holística e sistemas tecnológicos*. Porto: Universidade do Porto.
- RTVE, 2017. *El operativo contra incendios dispondrá de 70 medios aéreos y por primera vez cuatro drones para "vigilancia"*. [Em Linha] Disponível em: <http://www.rtve.es/noticias/20170620/operativo-contra-incendios-dispondra-70-medios-aereos-primera-vez-cuatro-drones-para-vigilancia/1567682.shtml> [Acedido em 31 Out 2017].
- Santos, L. et al., 2016. *Orientações Metodológicas para elaboração de Trabalhos de Investigação*. Cadernos do IESM ed. Lisboa: Instituto de Estudos Superiores Militares.
- SGIF, 2018. s.l.: s.n.
- SKYETON, 2017. *Unmanned aerial system Raibird-3*. [Em Linha] Disponível em: <http://www.skyeton.com/air> [Acedido em 15 Mar. 2018].
- SR7, 2016. *Proyecto VERSI*. [Em Linha] Disponível em: http://www.sr7.eu/vigilancia_forestal.php [Acedido em 22 Fev. 2018].
- TEKEVER, s.d. *AR3NET RAY*. [Em Linha] Disponível em: <http://airray.tekever.com/ar3/> [Acedido em 15 Mar. 2018].
- TEXTRON Systems, 2018. *AEROSONDE SMALL UNMANNED AIRCRAFT SYSTEM (SUAS)*. [Em Linha] Disponível em: <https://www.textronsystems.com/what-we-do/unmanned-systems/aerosonde> [Acedido em 15 Mar. 2018].



- THREOD SYSTEMS, 2017. *Stream C*. [Em Linha] Disponível em: <http://threod.com/wp-content/uploads/2018/01/Threod-Systems-Stream-UAS.pdf> [Acedido em 15 Mar. 2018].
- UAV Factory, 2016. *Penguin C UAS*. [Em Linha] Disponível em: <http://www.uavfactory.com/product/74> [Acedido em 15 Mar. 2018].
- Viana, J. D. A., 2010. *Rede Nacional de Postos de Vigia - Tendências para o futuro*. Amadora: Academia Militar.
- Zhang, L. et al., 2015. *A Method for Forest Fire Detection Using UAV*. [Em Linha] Disponível em: http://EmLinhapresent.org/proceedings/vol81_2015/15.pdf [Acedido em 25 Fev. 2018].



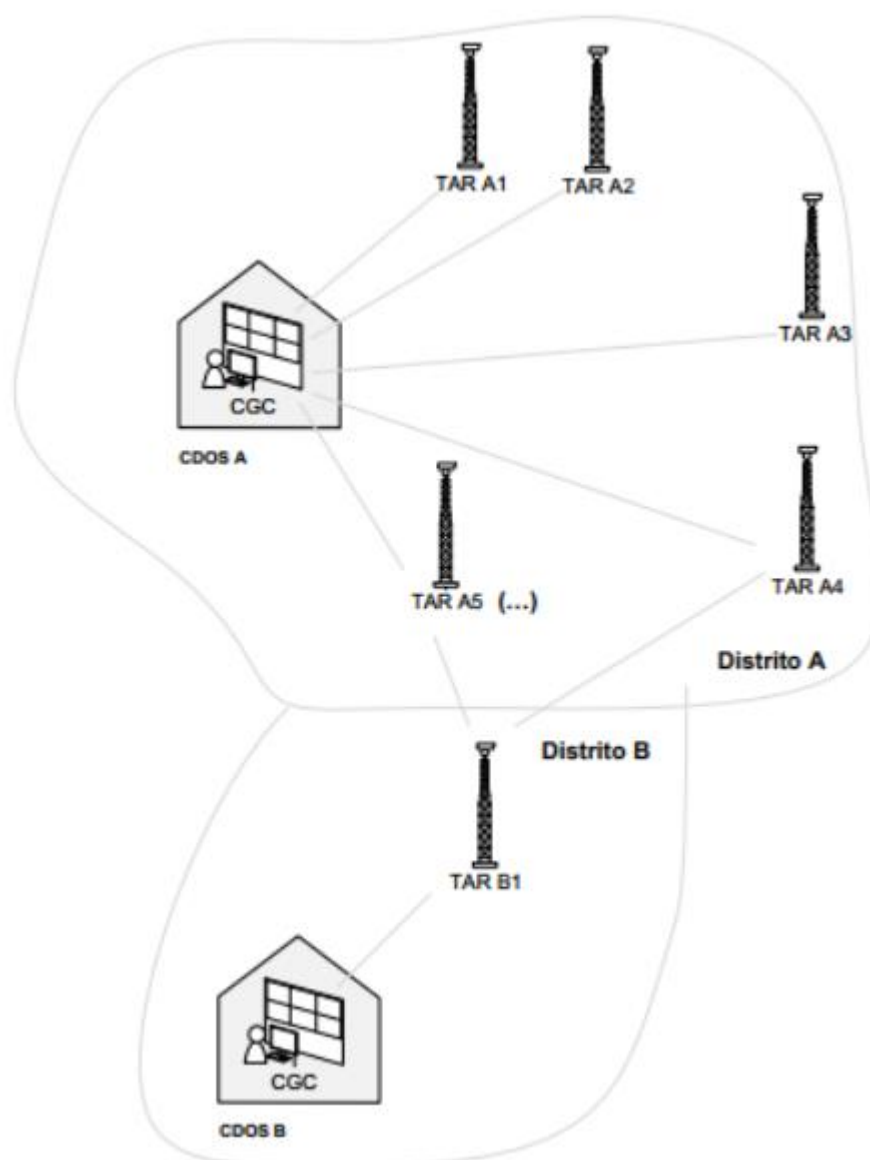
Anexo A — Localização dos Postos que compõem a RNPV



Fonte: (COTEC Portugal, 2005, p. 10)



Anexo B — Arquitetura geral do Sistema



Fonte: Autor adaptado de (Comissão Intermunicipal das Beiras e Serra da Estrela, 2017)



Anexo C — *Remotely Piloted Aircraft Systems*

Tabela 14 - Classificação dos RPAS

TIPO (<i>MTOM</i>)	UTILIZAÇÕES (ATUAIS E POTENCIAIS FUTURAS)	CARACTERÍSTICAS
PEQUENO (0-20/25 KG)	Utilizações recreativa e profissional (fotografia, vigilância e inspeção).	As unidades com peso inferior a 2 kg são os mais populares, encontrando-se em franco desenvolvimento tecnológico pela Indústria. Tratam-se de aeronaves de rotores múltiplos ou de asa fixa, sendo, por norma, equipadas com um sistema de navegação, por GPS, e ou uma câmara para transmissão de vídeo. O preço pode variar entre 140 - 28.000 euros.
LIGEIRO (20/25-150 KG)	Têm potencial para: – Efetuar levantamentos geoespaciais; – Vigiar zonas de grandes dimensões; – Inspeccionar condutas/linhas elétricas, pulverizar culturas, efetuar operações de busca e salvamento, vigilância de fronteiras e monitorizar incêndios.	Por norma são aeronaves de maior alcance, de asa fixa, que podem ser utilizadas em operação além da linha de vista (<i>BVLOS</i>) e atingem uma altitude de 3 000 metros. O preço pode variar entre 55.000 – 420.000 euros.
GRANDE (> 150 KG)	De uso governamental, essencialmente em operações militares. Possui potencial para transporte de carga e passageiros e para efetuar voos de longa duração (dias, senão mesmo meses).	Tendo por base a classificação <i>NATO</i> , correspondendo os supra tipos pequeno e ligeiro à Classe I (<i>micro</i> < 2 kg; <i>mini</i> 2-20 kg; <i>small</i> > 20 kg), quando <i>MTOM</i> > 150 kg é seguida a seguinte classificação: – Classe II (150-600 kg): emprego tático; – Classe III (>600 kg): emprego operacional, estratégico e nacional. O preço a partir de 670.000 euros

Fonte: (Pessoa, 2017)



Apêndice A — Modelo de Análise

Tabela 15 – Modelo de Análise

Tema: Emprego de meios tecnológicos na vigilância florestal em Portugal							
Objetivo Geral: Avaliar de que modo o emprego de meios tecnológicos de vigilância pode contribuir para a deteção de Incêndios Florestais e redução de ocorrências em Portugal							
Objetivos Específicos		Questão Central: Como pode o emprego de meios tecnológicos de vigilância incrementar a vigilância e deteção de Incêndios Florestais?		Conceito	Dimensão	Indicadores	Técnicas de Recolha
OE 1	Descrever o contributo dos meios de vigilância na deteção de ignições nos espaços florestais.	QD 1	Qual a influência de cada fonte de alerta na totalidade das ignições detetadas?	Vigilância Florestal	Deteção	- Fontes de alerta - Horários das ignições - Período das ignições - Cobertura	- Pesquisa documental - Entrevistas semiestruturadas
OE 2	Analisar os Sistemas de Videovigilância e deteção de Incêndios Florestais utilizados em Portugal.	QD 2	Quais os requisitos operacionais dos Sistemas de Videovigilância para garantir mais valias na deteção de Incêndios Florestais face à Rede Nacional de Postos de Vigia?		Encargos	- Financeiros - Não financeiros	- Pesquisa documental - Entrevistas semiestruturadas
					Deteção	- Fontes de alerta - Cobertura - Fiabilidade	
OE 3	Analisar a exequibilidade da adoção de <i>Remotely Piloted Aircraft Systems</i> para vigilância florestal no continente.	QD 3	Quais os benefícios e limitações do emprego de <i>Remotely Piloted Aircraft Systems</i> na vigilância florestal?		Encargos	- Financeiros - Não financeiros	- Pesquisa documental - Entrevistas semiestruturadas
					Operacionalidade	- Comunicações - Recursos Humanos	
					Versatilidade	- Utilizações díspares	

Fonte: (Autor, 2018)



Apêndice B — Comparação dos Sistemas de Videovigilância analisados

Tabela 16 - Comparação dos Sistemas de Videovigilância utilizados em Portugal

SISTEMA	Tecnologia do sensor	Movimento do sensor	Deteção/Tipo	Deteção Alcance (Raio)	Centralizado/ Descentralizado	Comunicações	Preço/ha
CICLOPE	Deteção visual e de infravermelhos LiDAR	Sistema de Posicionamento	Semiautomático	20 Km	Centralizado	Redes privadas (Rádio, fibra óptica, cabo) Redes públicas (GSM, GPRS, UMTS, PSTN, RDIS)	0,2 – 0,6 €
Forest Fire Finder	Espectroscopia ótica	Sistema de posicionamento	Automático	15 Km	Centralizado	Redes privadas (Rádio, fibra óptica, cabo)	3,2 €
Forest Fire Watch	Espectrometria ótica	Fixo	Automático	15 Km	Centralizado e descentralizado	Redes privadas (Rádio, fibra óptica, cabo) Redes públicas (GSM, GPRS, UMTS, PSTN, RDIS)	1 €

Fonte: Autor adaptado de (COTEC/ADAI, 2005, p. 40)



Apêndice C — Comparação dos Sistemas RPAS analisados

Tabela 17 - Comparação dos Sistemas RPAS analisados

RPAS	Dimensões (m)	Velocidade Cruzeiro (Km/h)	Peso máximo de descolagem (Kg)	Autonomia (h)	Alcance (Km)	Lançamento	Recuperação	Propulsão
AR3 NET RAY	3,2 x 1,4	120	22	10	80	Catapulta	Paraquedas ou Rede	Gasolina sem chumbo
Penguin C	3,3 x 2,3	68,4 – 79,2	22,5	20	100	Catapulta pneumática	Paraquedas e <i>airbag</i>	Gasolina 98 octanas
Raybird-3	3 x 1,8	120	20	15	240	Catapulta	Paraquedas e <i>airbag</i>	Gasolina 95 octanas
Stream C UAS	3,9 x 2,3	80 - 130	30	6-8	150	Catapulta	Paraquedas	n.d.
Aerosonde	3,6	n.d.	36,4	14	140	Catapulta	Rede	n.d.
ScanEagle	3,1 x 1,6	90 - 108	n.d.	24	n.d.	Catapulta	Gancho	JET A-1
Skylark 3	4,7	n.d.	40	5	100	Catapulta	n.d.	Elétrico
WanderB	3 x 1,3	60 - 120	13	6 (E) 10 (F)	50 - 80	Catapulta	Paraquedas e <i>airbag</i>	Elétrico e gasolina

Fonte: (Autor, 2018)



Apêndice D — Guião da Entrevista

Apresentação e objetivos da entrevista exploratória

Estou a contactá-lo no sentido de me facultar uma entrevista no âmbito de um trabalho de investigação individual do Curso de Estado-Maior Conjunto 2017-18, do Instituto Universitário Militar, subordinado ao tema “Emprego de meios tecnológicos na vigilância florestal em Portugal”.

Este Trabalho está focado no âmbito da componente de vigilância de espaços florestais visando essencialmente a deteção de incêndios florestais e comportamentos de risco, tendo como objetivo perspetivar estratégias de futuro, face à panóplia de variantes tecnológicas disponíveis. O objetivo do trabalho é Avaliar de que modo o emprego de meios tecnológicos de vigilância pode contribuir para a redução de ocorrências e deteção de Incêndios Florestais em Portugal, ao ponto de poderem complementar a RNPV e eventualmente substituí-la.

Neste contexto, tendo em conta o conhecimento acumulado, a relevância dos seus contributos nesta matéria, considero essencial a sua colaboração, através da resposta às questões que seguidamente se colocam.

Entrevista

1. Quais são os principais constrangimentos que a Rede Nacional de Postos de Vigia (RNPV) apresenta para a vigilância e deteção de ocorrências de Incêndio Florestal?
2. Considera adequada a atual estrutura da RNPV ao Território Nacional? Deve ser aumentada ou reestruturada?
3. Os sistemas de videovigilância já a operar nalguns locais de Portugal dão resposta às necessidades de vigilância florestal? Porquê?
4. Quais as principais potencialidades que traria a introdução de um sistema nacional de videovigilância de Incêndios Florestais?
5. Quais as principais potencialidades que traria a introdução de uma vigilância de espaços florestais assentes em *Remotely Piloted Aircraft Systems* (RPAS)?
6. Na sua opinião seria mais ajustado complementar a RNPV com sistemas de videovigilância, com RPAS ou adoção em exclusividade deste último para vigilância de espaços florestais?



Apêndice E — Segmentos da Entrevista

Pergunta n.º 1	
Quais são os principais constrangimentos que a Rede Nacional de Postos de Vigia (RNPV) apresenta para a vigilância e deteção de ocorrências de Incêndio Florestal?	
Segmento 1.1	Má localização dos Postos de Vigia
Segmento 1.2	Deficiente formação dos operadores dos Postos de Vigia
Segmento 1.3	Gozo de férias decorrentes do código de trabalho pelos operadores
Segmento 1.4	Reduzidos níveis de atenção na vigilância
Segmento 1.5	Outros
Pergunta n.º 2	
Considera adequada a atual estrutura da RNPV ao Território Nacional? Deve ser aumentada ou reestruturada?	
Segmento 2.1	A RNPV está adequada ao Território Nacional
Segmento 2.2	A RNPV deve ser aumentada
Segmento 2.3	A RNPV deve ser reestruturada
Pergunta n.º 3	
Os sistemas de videovigilância já a operar nalguns locais de Portugal dão resposta às necessidades de vigilância florestal? Porquê?	
Segmento 3.1	Os sistemas de videovigilância dão resposta às necessidades de vigilância
Segmento 3.2	Não dão resposta devido à sua insuficiência de implantação no terreno
Segmento 3.3	Não dão resposta devido ao elevado n.º de falsos alertas produzidos
Segmento 3.4	Não dão resposta devido à necessidade de confirmação na monitorização
Segmento 3.5	Não dão resposta devido à falta de complemento no local
Pergunta n.º 4	
Quais as principais potencialidades que traria a introdução de um sistema nacional de videovigilância de Incêndios Florestais?	
Segmento 4.1	Malha mais densa de observação
Segmento 4.2	Maior apoio à monitorização e decisão estratégica
Segmento 4.3	Centralização da vigilância e deteção em operacionais formados
Segmento 4.4	Outros
Pergunta n.º 5	
Quais as principais potencialidades que traria a introdução de uma vigilância de espaços florestais assentes em Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS)?	
Segmento 5.1	Cobertura de um território mais vasto relativamente a sistemas no solo
Segmento 5.2	Utilização em período noturno
Segmento 5.3	Possibilidade de utilização em ações de fiscalização
Segmento 5.4	Possibilidade de monitorização de IF em tempo real
Segmento 5.5	Possibilidade de aquisição de imagens em zonas sombra
Segmento 5.6	Encargos de operação/manutenção elevados
Segmento 5.7	Outras
Pergunta n.º 6	
Na sua opinião seria mais ajustado complementar a RNPV com SV, com RPAS ou adoção em exclusividade deste ultimo para vigilância de espaços florestais?	
Segmento 6.1	Utilização de RPAS complementarmente à RNPV
Segmento 6.2	Utilização em exclusivo da RNPV
Segmento 6.3	Utilização complementar de RNPV com SV
Segmento 6.4	Utilização da RNPV juntamente com o apoio da população local
Segmento 6.5	Utilização de RPAS e SV complementarmente à RNPV
Segmento 6.6	Outros

**Apêndice F — Respostas por entrevistado e segmento de resposta**

Pergunta n.º 1: Quais são os principais constrangimentos que a Rede Nacional de Postos de Vigia (RNPV) apresenta para a vigilância e deteção de ocorrências de Incêndio Florestal?

Entrevistado	Excerto da resposta	Segmento
E1	“É normalmente apontado como fator perturbador do funcionamento da RNPV o carácter sazonal da atividade, recorrendo a vigilantes externos à entidade gestora que em função da disponibilidade de recursos humanos em cada local pode não permitir a provisão de lugares sempre pelas mesmas pessoas, ou por pessoas com cabal conhecimento da paisagem onde desempenham funções. A contratação sazonal e as obrigações legais por força do Código do Trabalho implicam, também, conferir o gozo de férias durante o intervalo de tempo em que interessa manter a vigilância ativa na Rede. A imprevisibilidade nos recursos humanos (disponibilidade e conhecimento) constitui, por isso, o constrangimento cimeiro na Rede.”	1.3 1.4
E2	“Identifico duas ordens de constrangimentos inerentes à atual RNPV com impacto operacional mais significativo: 1.O nível de “ <i>awereness</i> ”, atenção ou disponibilidade dos operadores nos Postos que é, naturalmente, limitado pela capacidade do ser humano em se manter concentrado numa tarefa por um período superior a 20 minutos. [...] 2.A incapacidade do operador de efetuar uma descrição da ocorrência, tanto na sua primeira deteção, como no acompanhamento no combate, que incluía todas as variáveis críticas em cada decisão. [...]. Naturalmente, a dificuldade manifestada pela GNR em encontrar candidatos para o preenchimento de postos em algumas regiões do país será outro constrangimento ao seu sucesso.”	1.2 1.5
E3	“O facto de hoje em dia as comunicações móveis estarem bastante disseminadas entre as populações permite um rápido alerta destes meios. Em zonas menos habitadas, existe vantagem competitiva dos PV e nas situações de períodos do dia em que as pessoas não estão tão ativas, contudo este ultimo condicionante também é válido para os PV devido à visão humana não se adaptar tão facilmente a estas condições.”	1.5
E4	“[...] os principais constrangimentos são: 1.Perda de competitividade na deteção primária dos incêndios face a ao reporte de informação via telemóvel. 2.Perda de competitividade na deteção primária e na identificação exata do local da ocorrência pela falta de experiencia de muitos operadores. 3.Descentralização dos locais estratégicos de estacionamento com abertura de múltiplos locais de vigilância de equipas móveis. Ligados ao funcionamento da infraestrutura: 1.Falta de incremento das condições dos postos de vigia para instalação 2.Falta de reorganização dos locais dos postos 3.Dificuldade na contratualização temporária vs a obrigatoriedade de estabelecimento de relações contratuais Ligados à organização do sistema 4.Falta de uma estratégia nacional que integre vigilância móvel (terrestre e aérea) e fixa (humana e por sensores). Quero dizer com isto que a vigilância neste momento é o somatório das partes em que cada parte (CM, esf, PV, SVig. Aut., GNR, CBs, etc) dispões de recurso que comunicam para um ponto central (EMEIF/CDOS) e não é um sistema que tenha identificada por zonas qual a melhor componente que deve ser usada naquele espaço territorial e quais são as componentes de vigilância complementares que servem de apoio. 5.Falta também a avaliação financeira do esforço das partes.”	1.1 1.2 1.4 1.5 1.6
E5	“Os principais constrangimentos da RNPV são o fator humano que condiciona a vigilância, visto que o trabalho isolado de muitas horas acarreta saturação e dificuldades de visualização. Por vezes a falta de perceção da visão humana de chama durante o dia e fumo durante a noite não garante uma eficaz deteção. Por tudo isto os alertas são residuais, sentindo-se uma	1.5 1.6



	necessidade mais psicológica do que realmente operacional no funcionamento dos PV. ”	
E6	“A atual RNPV representa um sistema estático e permanente desde há muitos anos, não se ajustando em função das ocorrências e padrões que se vão alterando ao longo do tempo. O Mapa de visibilidade deveria ser anualmente atualizado em função, p.ex., da área ardida, das áreas encobertas e zonas fora de alcance visual para aquilatar, para cada um dos anos, quais as localizações ótimas dos postos de vigia.”	1.1 1.6
E7	“[...] equipamentos não funcionais e alguns já obsoletos; a visibilidade humana que traduz limitações na identificação da distância a orientação das ocorrências; a localização das Torres de Vigia que podem não obter a visibilidade ideal fruto da orografia e crescimento da vegetação; A monotonia da atividade de vigilância humana reflete cansaço motivo pelo qual a taxa de deteção a partir de determinado momento começa a reduzir-se; a informação passada pelos Postos de Vigia é pobre em detalhe, imprecisa no local georreferenciado e demora tempo na sua transmissão.”	1.1 1.5 1.6

Pergunta n.º 2: Considera adequada a atual estrutura da RNPV ao Território Nacional? Deve ser aumentada ou reestruturada?

Entrevistado	Excerto da resposta	Segmento
E1	“A Rede, conforme hoje existe, resultou de estudos prévios que recomendaram as melhores localizações para as torres, em função das áreas visíveis e tipo de paisagem. Dessa forma, e em função do histórico de incêndios rurais, a RNPV não precisará ser aumentada.”	2.1
E2	“[...] considero que a rede deve ser reestruturada [...] penso que a reformulação de RNPV deveria ser baseada na combinação das potencialidades das duas soluções (humana e automática), permitindo aumentar tanto a cobertura e disponibilidade como a resiliência a falhas.”	2.3
E3	“No geral, a RNPV está bastante adequada pois cobre os principais espaços florestais do país. Existem custos de manutenção associados, contudo parece cumprir as funções para as quais foi desenhada. As localizações dos PV são adequadas, sendo, contudo, necessário mais ajuste dos equipamentos à disposição dos operadores em termos de vigilância e comunicações, assim como modernização de equipamentos físicos (torres).”	2.1
E4	“[...] Não considero adequada a atual estrutura da RNPV, a estrutura atual dos PV é a resultante da evolução da década de 40 até aos anos 80, foi estabelecida em função da evolução da expansão das áreas florestais principalmente das áreas comunitárias e públicas. Não pode estar adaptada a uma distribuição de incêndios que deixaram de ser florestais e passaram a ser rurais. O estudo da COTEC de 2006 aponta já para a possibilidade de reconversão da rede de PV diminuindo o seu número e garantindo a mesma taxa de cobertura. Além disso o esforço na componente móvel é hoje muito superior e a comunicação via telemóvel alterou significativamente a identificação dos alertas de incêndios. Falta a componente de integração de sistemas de vigilância. O desenvolvimento ou a reestruturação não integrada das diversas formas de vigilância é essencial pelo a RNPV não pode ser reestruturada per si se não for feito também uma reestruturação nas outras formas de vigiar[...].”	2.3
E5	“O ideal era ter a capacidade de vigilância com câmaras. A manter os PV deverá ser reforçada a presença humana com a duplicação de efetivo na vigilância para sobreposição no mesmo posto de trabalho. Seria desejável a instalação de câmaras com sistema de deteção automática. As câmaras poderiam servir para outros propósitos que não apenas a vigilância”	2.3
E6	“A RNPV deve ser dinâmica e ajustável em termos de implantação de acordo com alguns fatores tais como a vegetação, os espaços florestais, a área ardida, a localização das ocorrências, entre outras. No final de cada campanha anual de incêndios deve ser analisado o mapa de visibilidade de cada PV e congregado o mapa geral com todos os fatores elencados, como já referido atrás, devendo ser equacionados todos os dados estatísticos e mapas	2.3



	disponíveis e determinar novas localizações para aumentar ou melhorar o grau de cobertura dos PV para que a vigilância seja maximizada em função dos recursos disponíveis. [...] as estruturas deveriam ser amovíveis de forma a colocá-las em pontos chave para vigilância e deteção atempada de ocorrências. Recordo que a RNPV é a única que garante uma vigilância da área coberta a H24 em quaisquer condições de tempo.”	
E7	“Não dispomos de conhecimento suficiente para responder à questão.”	-

Pergunta n.º 3: Os sistemas de videovigilância já a operar nalguns locais de Portugal dão resposta às necessidades de vigilância florestal? Porquê?

Entrevistado	Excerto da resposta	Segmento
E1	“Os sistemas em uso não oferecem solução definitiva para as necessidades de vigilância florestal. São sistemas complementares que podem oferecer valor ao seguimento a distância dos incêndios, mas não substituem o olhar atento e conhecedor das comunidades fornecido pela vigilância tradicional. A componente de deteção, quando existe, resulta em numerosos falsos alarmes que reduzem a eficácia, e na ausência dessa componente, a possibilidade de monitorização carece de capilaridade.”	3.3 3.5
E2	“[...] Naturalmente, a eficácia desta ferramenta é fortemente dependente da sua cobertura. Exemplos desta condicionante foram os incêndios que deflagraram em 2017 nos distritos que já tinham parte da sua região coberta pelo CICLOPE. Quando os novos focos de incêndio ocorrem em regiões não cobertas pela plataforma de vigilância (tipicamente, limitada pela distância) reduzem dramaticamente a sua eficácia, uma vez que quando entram nas áreas cobertas, estes incêndios já são de grande dimensão, tornando o combate muito mais difícil e ineficaz. Em resumo, conforme descrito anteriormente, penso que os sistemas de videovigilância, desde que equipados com a componente de deteção automática e com cobertura significativa nas zonas de risco, são a melhor solução disponível para melhor dar resposta às necessidades da vigilância florestal por responder de forma mais sistemática e eficaz ao conjunto de informação crítica ”	3.1
E3	“Os sistemas de videovigilância existentes a uma escala local podem fazer sentido atendendo que o património a proteger pode justificar, mas o ideal seria a RNPV estar toda ela nas torres equipada com equipamentos de vigilância. Em vários países que visitei, nomeadamente a África do Sul os PV só têm videovigilância e não dispõem de presença humana, contudo este mecanismo necessita sempre de validação humana para as deteções, atendendo ao elevado número de falsos alarmes registados. A solução de um <i>back office</i> com câmaras pode ser solução não só para a vigilância, mas numa ótica de aprendizagem, funcionando como <i>lessons learned</i> para abordagens futuras ao ataque a incêndios. Em caso de apoio à decisão de combate não serão tão importantes. Os primeiros equipamentos que na minha ótica seriam de instalar nos PV eram estações meteorológicas com registo de ventos.”	3.2 3.3 3.4
E4	“ Não, existem problemas ao nível dos falsos alertas, o aumento de qualidade da informação fornecida está dependente do desenvolvimento de capacidades técnicas para operação dos diversos sistemas ao nível das centrais pelo que sem que isso aconteça o aumento do investimento em videovigilância visto numa perspetiva não integrada com todas a outras componentes de vigilância, é um desperdício.”	3.3 3.5
E5	“A questão da videovigilância deve ser tratada a nível nacional e não ao nível local. No ano passado foi celebrado um concurso com as CIM para a integração dos diversos sistemas num só. Deve ser feito um levantamento sério a nível nacional e depois avançar à medida da disponibilidade financeira. A ANPC deveria ficar com a responsabilidade de gerir essa rede nacional devido à esfera das competências, ou em alternativa a GNR que tem esse ónus de vigilância.”	3.2
E6	“Os sistemas de videovigilância existentes não dispõem ainda de tecnologia	3.4



	capaz de dar resposta às exigências de vigilância e deteção, necessitando de suporte humano para garantir eficácia no seu emprego. Até que estes sistemas não sejam dotados de mecanismos de ponta para garantir uma vigilância efetiva, não conseguirão dar resposta cabal. Os sistemas de videovigilância têm sido utilizados de forma complementar e os que tem utilizado deteção automática tem provocado um sem número de falsos alarmes, pelo que acreditando no evoluir rápido da tecnologia pode ser um sistema a utilizar no futuro, contudo hoje em dia não substitui os PV.”	
E7	“Os SV são melhores em termos da qualidade de informação do que os PV pois dispõem de câmaras térmicas ou simples, necessitando nalguns casos de validação humana. A redundância será de evitar entre a RNPV e os SV. Quando se pensa em SV deve pensar-se igualmente em comunicações e nos encargos inerentes a estas. A orientação das câmaras é relevante para a eficácia das deteções, pelo que importa verificar ângulos de abordagem.”	3.4 3.5

Pergunta n.º 4: Quais as principais potencialidades que traria a introdução de um sistema nacional de videovigilância de Incêndios Florestais?

Entrevistado	Excerto da resposta	Segmento
E1	“A existir um sistema nacional, a sua vantagem residiria numa malha mais densa de observação, apoiando a decisão estratégica em centros de decisão a escalas mais destacadas da operação tática. Admitindo que a essa rede se juntam estações meteorológicas, ganha-se também informação potencialmente mais fina para avaliar as condições locais.”	4.1 4.2
E2	“No que concerne ao acompanhamento de ocorrências, os sistemas existentes já deram provas mais que suficientes da sua mais-valia como ferramenta de apoio à decisão no combate através de uma utilização continuada por operadores que tiveram a formação necessária para assegurar a maximização da sua rentabilização. Nesse sentido, a principal vantagem da introdução de um sistema nacional com as mesmas características, seria a extensão da sua cobertura à totalidade do território que lida com esta problemática, potenciando a ferramenta por assegurar a cobertura dos novos focos na sua fase inicial. Na componente da deteção, uma das principais limitações impostas à demonstração da tecnologia de deteção automática de incêndios tem sido incapacidade de adaptar a atual forma de gestão da RNPV a uma nova realidade que exige a disponibilidade de operacionais devidamente formados nos centros de controlo (distritais) para interagir com estes sistemas.”	4.2 4.3
E3	“O sistema nacional teria a vantagem de cobrir o país inteiro. O ponto inicial dos incêndios nem sempre ocorre em zonas mais vigiadas e nesse sentido poderia ser eficaz nesta abordagem. Sendo a RNPV uma rede que está protegida e ocupada pela GNR, poderiam ser instalados aqui os equipamentos de vigilância evitando maiores encargos. [...] Não concordo com o investimento de acordo com financiamentos isolados do POSEUR feitos localmente pois abrange apenas soluções residuais e não nacionais como desejável. Para problemas de nível nacional a solução deve ser nacional sendo geridas sinergias com uma centralização da gestão.”	4.1 4.4
E4	“Penso que a principal vantagem tem que ver com a monitorização dos incêndios rurais e não com a sua deteção. A base do desenvolvimento da videovigilância vem de uma adaptação dos sistemas de videovigilância urbanos. Também aqui estes sistemas são maior parte dos casos usados para registo e acompanhamento e não para alerta de situações [...]”	4.2
E5	“O tempo é fundamental no combate aos IF. Quanto menor for o tempo entre a ignição e a deteção maior será a eficácia no combate e o sistema nacional poderá trazer mais eficácia. Tal como abordado anteriormente centralização seria benéfica para garantir maior eficácia.”	4.3 4.4
E6	“A principal potencialidade seria a rentabilização de recursos humanos alocados a esta atividade que seriam concentrados apenas num local, garantindo igualmente uma centralização das informações recolhidas.[...]”	4.3



E7	“...Pode ter potencialidades se existir tratamento de imagens a jusante. No que concerne a fragilidades pode ser a possibilidade de ilusão pois se existir confiança elevada no seu funcionamento pode no dia em que houver falhas traduzir-se numa atempada abordagem no ataque inicial.”	4.4
-----------	--	------------

Pergunta n.º 5: Quais as principais potencialidades que traria a introdução de uma vigilância de espaços florestais assentes em *Remotely Piloted Aircraft Systems* (RPAS)?

Entrevistado	Excerto da resposta	Segmento
E1	“O efeito da escala na observação é relevante. Os UAV permitem observar mais território do que sistemas no solo, pelo que a introdução de um sistema deste tipo poderá auxiliar a cobrir mais território, mais depressa, com a vantagem adicional de ajudar a detetar e/ou a acompanhar incêndios em período noturno com recurso a sensores térmicos.”	5.1 5.2 5.4
E2	“[...] Possibilidade de a aquisição de imagens em zonas de sombra dos sistemas baseados em pontos fixos [...]”	5.5
E3	“Parece que pode ter algum sentido. A vigilância aérea foi sempre considerada um parente pobre de toda a vigilância embora tenham existido no passado algumas iniciativas com a associações de aeroclubes. Parece existir campo para uma deteção aérea. Tenho duvidas que os drones possam desempenhar essa função. As aeronaves parecem estar mais bem equipadas para a vigilância se bem que os drones estejam cada vez mais bem equipados. O problema está na autonomia que é reduzida mas vale a pena testar esta solução.”	5.6
E4	“Da mesma forma que a vigilância fixa começou a ser gradualmente substituída por vigilância móvel também penso que a videovigilância fixa será substituída por RPAS. Considero que superados os constrangimentos legais para a utilização desta tecnologia e superada os problemas da autonomia dos aparelhos e os problemas de difusão da informação, estes sistemas tornar-se-ão mais atrativos que a videovigilância fixa [...] no entanto não considero ser possível a manutenção de um sistema destes pois muito dificilmente existem orçamentos nas instituições para acomodar tal investimento [...]”	5.6
E5	“Os Drones trazem-nos a possibilidade de observar outras zonas que as câmaras não dispõem, tais como zonas mortas. A rapidez na sua mobilização é também relevante, bem como o acesso a zonas difíceis. Os drones seriam o futuro da vigilância, cobrindo o território nacional total.”	5.3 5.5 5.7
E6	“[...] a capacidade de cobertura mais ampla (num mesmo período de tempo cobrem maior área), contudo se o período de tempo for alargado, estes aparelhos não conseguem visualizar áreas tão amplas como os sistemas de videovigilância pois a sua autonomia ainda é muito limitada. A utilização de RPAS é muito mais onerosa para garantir a mesma visualização H24 que outros meios e necessita de inúmeros recursos humanos.	5.1
E7	“[...]A possibilidade de ser um meio complementar da RNPV, aquando da deteção de uma ocorrência em que poderia ser rapidamente mobilizado uma aeronave para o local afim de confirmar a sua veracidade e georreferenciar imediatamente o local. Podem ser utilizados para vigilância noturna, sendo uma mais valia face a outros meios. A georreferenciação constitui igualmente um aspeto a destacar devido à sua rápida identificação. Permite igualmente um varrimento de vigilância amplo com poucas passagens. Admite ainda um conjunto de utilizações mais amplo como fiscalizações na área ambiental e utilização para monitorização da evolução da ocorrência, podendo ser utilizado de noite ao invés dos restantes meios aéreos que já não operam..”	5.2 5.3 5.4

Pergunta n.º 6: Na sua opinião seria mais ajustado complementar a RNPV com SV, com RPAS ou adoção em exclusividade deste ultimo para vigilância de espaços florestais?

Entrevistado	Excerto da resposta	Segmento
E1	“Em coerência com o que antes se expôs, é preferível complementar a RNPV com RPAS, não devendo este último ser exclusivo porque não substitui a intervenção humana na deteção. A intervenção de pessoas que habitam e	6.1 6.4



	conhecem o território é muito relevante para a deteção e para a identificação de espaços a proteger..”	
E2	“[...] não consigo conceber uma solução de RPAS que, tendo em conta as suas limitações e os requisitos exigidos a esta rede, possa ambicionar vir a substituir a RNPV.”	6.5
E3	“A RNPV deve ser a base e a referência permanente pois deve ser uma base segura que sempre estará ao serviço da vigilância. A questão dos ventos e da autonomia pode limitar o uso de drones. Os drones poderão ser uma solução complementar para períodos específicos, mas nunca para substituir a RNPV. A utilização de um sistema de videovigilância assente na RNPV pode ser uma solução interessante. A RNPV deverá continuar em funcionamento podendo ser potenciada pela localização dos PV instalando outros equipamentos sendo essa a via a explorar.”	6.5
E4	“Apesar do fraco desempenho que o PV tem atualmente são garante de uma qualidade de deteção que nenhum outro sistema atinge. Podemos sempre dizer é um problema desenvolvimento tecnológico no âmbito do RPAS e então não será também um problema de desenvolvimento tecnológico no desenvolvimento dos PV? Pondere-se se se resolver o problema da contratualização da infraestrutura e introduzindo informatização do sistema de deteção se não se teriam ganhos equivalentes á introdução de um novo sistema. Por outro lado, deve ponderar-se quando é que os RPAS terão a mesma fiabilidade que os PV. ”	6.2
E5	“A RNPV poderá não funcionar pelo que as novas tecnologias deveriam substituir no seu todo a RNPV. Trata-se de garantir mais eficácia na vigilância e não apenas na substituição do homem pela máquina. Os drones poderiam ser empenhados para fiscalização, libertando recursos humanos para outras tarefas.”	6.6
E6	“Os sistemas de videovigilância e RPAS cumprem ainda o seu período de desenvolvimento em termos de capacitação tecnológica, porquanto a RNPV deve ser o principal recurso a utilizar na vigilância. Esta Rede pode, para já, ser complementada por meios RPAS e sistemas de videovigilância pontualmente. A tónica deve ser o dinamismo da localização dos PV em função das ocorrências e mapas estatísticos gerados.[...]”	6.5
E7	“Seria mais ajustado complementar a RNPV com RPAS e sistemas de videovigilância assegurando uma cobertura mais ampla. A vigilância deve ser vista como fontes de dados distintos, devendo ser estudada a maximização de cada fonte em prol de uma melhor abordagem à vigilância.	6.5

**Apêndice G — Potencialidades e Fragilidades dos Meios de Vigilância**

		Potencialidades	Fragilidades
Vigilância Móvel	Vigilância Terrestre Móvel	<ul style="list-style-type: none"> • Determinação exata do local da ocorrência • Permite uma dissuasão elevada de práticas ilegais • Possibilita um primeiro ataque inicial • Garante a fiscalização de outros eventos 	<ul style="list-style-type: none"> • Baixa cobertura • Período de cobertura muito baixo • Pouca área vigiada coberta • Exige muita articulação para evitar sobreposição • Pode existir um grande espaçamento entre duas passagens no mesmo local
	Aeronaves tripuladas	<ul style="list-style-type: none"> • Visibilidade de áreas extensas • Localização exata das ocorrências • Aquisição de imagens em zonas sombra dos sistemas fixos • Pode ser empregue como ataque inicial • Possibilidade de atuação noutros domínios 	<ul style="list-style-type: none"> • Elevados custos de operação • Impossibilidade de operar em período noturno e condições adversas • Necessidade de boa planificação dos meios
	RPAS	<ul style="list-style-type: none"> • Garantem uma perspetiva de observação num prisma superior • Aquisição de imagens em zonas sombra dos sistemas fixos • Não envolvem riscos para os operadores • Visibilidade de áreas extensas • Podem operar em período noturno • Localização exata das ocorrências • Pode ser empregue como vigilância e ataque inicial • Possibilidade de atuação noutros domínios • Forte meio de dissuasão para práticas ilegais 	<ul style="list-style-type: none"> • Investimento inicial elevado • Impossibilidade de operar em condições adversas • Tempos de voo reduzidos • Limitações de voo em determinados espaços aéreos • Falta de <i>transponder</i> pode colocar em perigo outras aeronaves • Necessidade de boa planificação dos meios • Necessidade de formação específica e elevada para operar estes meios
Vigilância Fixa	RNPV	<ul style="list-style-type: none"> • Baixo custo de manutenção • Possibilidade de vigilância contínua • Vasta área coberta • Necessidade de pouca formação para desempenho da tarefa • Comunicação permanente com os centros de controlo • Possibilidade de sobrepor vigilância entre PV 	<ul style="list-style-type: none"> • Existência de áreas sombra • Necessitam atenção constante dos operadores • Falta de precisão na localização do incêndio • Dificuldades na deteção noturna • Necessidade de empenhamento de muitos recursos humanos • Necessidade de avistamento da ocorrência por dois PV para localização aproximada do foco de IF • Desmotivação e cansaço humano na função • Dificuldades de recrutamento e contratação de pessoal
	SV com deteção automática	<ul style="list-style-type: none"> • Ampla superfície coberta • Centralização da monitorização • Poucos recursos humanos envolvidos • Deteção de IF em áreas remotas • Vigilância contínua • Emissão de alertas automáticos aquando da deteção • Determinação exata do local da ocorrência 	<ul style="list-style-type: none"> • Investimento inicial elevado • Emissão de muitos falsos alertas • Necessidade de permanente manutenção • Maior exposição a atos de vandalismo
	SV sem deteção automática	<ul style="list-style-type: none"> • Ampla superfície coberta • Centralização da monitorização • Deteção de IF em áreas remotas • Vigilância contínua • Possibilidade de monitorização dos IF nas operações de combate 	<ul style="list-style-type: none"> • Investimento inicial elevado • Necessidade de permanente manutenção • Dependência da validação humana através da visualização do sinal transmitido • Maior exposição a atos de vandalismo

Fonte: (Autor, 2018)



Apêndice H — Quadro Comparativo entre RNPV, SV e RPAS

Item	RNPV	SV com deteção automática	RPAS
Custo Inicial	Nenhum	Elevado	Elevado
Custo Operacional	Elevado	Alto	Baixo
Custo de Manutenção	Baixo	Alto	Baixo
Recursos Humanos	Muitos	Poucos	Médios
Frequência de Falsos Alertas	Baixa	Média	Reduzida
Precisão na georreferenciação de incêndios	Baixa	Média	Elevada
Tempo de deteção	Médio	Baixo	Reduzido
Informação do comportamento do fogo	Nenhuma	Alguma	Muita
Utilização para outros fins	Baixa	Média	Elevada

Fonte: (Autor, 2018)